



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR**

**CARRERA DE BIOLOGÍA**

**“ANÁLISIS DE COMUNIDADES DE NEMÁTODOS Y SU RELACIÓN  
CON LA TEMPERATURA, pH, GRANULOMETRÍA Y MATERIA  
ORGÁNICA EN LAS PLAYAS ARENOSAS DE AYAMPE, MANABI-  
ECUADOR.”**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Previa a la obtención del Título de:

**BIÓLOGO**

**AUTOR:**

**JIMMY JHON GARCÍA AVILÉS**

**TUTOR:**

**BLGA. MARÍA HERMINIA CORNEJO RODRÍGUEZ PhD.**

**LA LIBERTAD-ECUADOR**

**2024**

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR**

**CARRERA DE BIOLOGÍA**

**“ANÁLISIS DE COMUNIDADES DE NEMÁTODOS Y SU RELACIÓN  
CON LA TEMPERATURA, pH, GRANULOMETRÍA Y MATERIA  
ORGÁNICA EN LAS PLAYAS ARENOSAS DE AYAMPE, MANABI-  
ECUADOR.”**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Previa a la obtención del Título de:

**BIÓLOGO**

**AUTOR:**

**JIMMY JHON GARCÍA AVILÉS**

**TUTOR:**

**BLGA. MARÍA HERMINIA CORNEJO RODRÍGUEZ PhD**

**LA LIBERTAD-ECUADOR**

**2024**

## DECLARACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de Docente Tutor del Trabajo de Integración Curricular, **“ANÁLISIS DE COMUNIDADES DE NEMÁTODOS Y SU RELACIÓN CON LA TEMPERATURA, pH, GRANULOMETRÍA Y MATERIA ORGÁNICA EN LAS PLAYAS ARENOSAS DE AYAMPE, MANABI-ECUADOR”**, elaborado por **JIMMY JHON GARCÍA AVILÉS**, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Biólogo/a, me permito declarar que luego de haber dirigido su desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, apruebo en todas sus partes, encontrándose apto para la evaluación del docente especialista.

**Atentamente**



---

Blga. María Herminia Cornejo Rodríguez, PhD.

**DOCENTE TUTOR**

C.I: 0905269881

## DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE ÁREA

En mi calidad de Docente Especialista, del Trabajo de Integración Curricular **"ANÁLISIS DE COMUNIDADES DE NEMÁTODOS Y SU RELACIÓN CON LA TEMPERATURA, pH, GRANULOMETRÍA Y MATERIA ORGÁNICA EN LAS PLAYAS ARENOSAS DE AYAMPE, MANABI-ECUADOR"**, elaborado por **JIMMY JHON GARCÍA AVILÉS**, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Biólogo, me permito declarar que luego de haber evaluado el desarrollo y estructura final del trabajo, éste cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, declaro que se encuentra apto para su sustentación.

**Atentamente**



Blgo. Carlos Andrade Ruiz, M.Sc

**DOCENTE DE ÁREA**

**C.I.: 0910798750**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de titulación quiero dedicarlo a mi madre Nancy Avilés quien me dio la vida y a mi padre Jimmy García por apoyarme a seguir adelante y culminar mi carrera con éxito. También quiero dirigir esta investigación a todos quienes compartieron y compartieron un espacio en mi vida durante mi etapa Universitaria.

## **AGRADECIMIENTO**

*“El conocimiento humano es tan efímero como el tiempo, por ende, todo saber es relativo a nuestras experiencias y fracasos”*

-Jimmy García Avilés

Dejo plasmado en este documento, mi agradecimiento a Dios y a los ángeles a mi servicio por brindarme la fortaleza y salud necesaria para el día a día. A la Universidad Estatal Península de Santa Elena y a la facultad de Ciencias del Mar en conjunto con sus autoridades.

También agradezco a la doctora María Herminia por su excelente calidad humana y académica las mismas que ayudaron al desarrollo de este trabajo, y como no mencionar y agradecer también a mis colaboradores; Melanie Salvador, Luigui González, Ariana Montenegro, Gloria Torres y Richard Pozo quienes aportaron mucho para realizar este proyecto. No obstante, agradezco de antemano a todas aquellas personas que, en un principio, asimismo, mostraron interés en esta investigación.

## TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **Jimmy Jhon García Avilés** como requisito parcial para la obtención del grado de Biólogo/a de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 01/08/2023

---

Ing. Jimmy Villón Moreno, M.Sc.  
**DIRECTOR/A DE CARRERA  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Blgo. Carlos Andrade Ruiz, M.Sc.  
**DOCENTE DE ÁREA  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

Blga. María Herminia Cornejo  
Rodríguez, Ph.D  
**DOCENTE TUTOR  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

Blgo. Richard Duque Marín, M.Sc  
**DOCENTE GUÍA DE LA UIC II  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

Lcdo. Pascual Roca Silvestre M.Sc.  
**SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL**

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

La responsabilidad por las investigaciones, resultados y discusiones en este trabajo de integración curricular, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.



---

**JIMMY JHON GARCÍA AVILÉS**  
**CI: 2450596412**



## **INDICE GENERAL**

<b>RESUMEN</b> .....	ix
<b>ABSTRACT</b> .....	x
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	6
<b>OBJETIVO GENERAL</b> .....	7
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	7
<b>HIPÓTESIS (HO)</b> .....	7
<b>CAPITULO I</b> .....	8
<b>1. MARCO TEÓRICO</b> .....	8
<b>1.1. Aspectos generales del Meiobentos</b> .....	8
<b>1.2 Composición de la meiofauna</b> .....	9
<b>1.2.1 Filo Nemátoda</b> .....	11
<b>1.3 Factores físicoquímicos del hábitat</b> .....	13
<b>1.3.1 Temperatura</b> .....	13
<b>1.3.2 Granulometría</b> .....	13
<b>1.3.3 Materia orgánica</b> .....	15
<b>1.3.4 pH</b> .....	15
<b>CAPÍTULO II</b> .....	17

<b>MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>17</b>
<b>1.4 ÁREA DE ESTUDIO .....</b>	<b>17</b>
<b>1.4.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....</b>	<b>18</b>
<b>1.5 METODOLOGÍA .....</b>	<b>20</b>
<b>1.5.1 TRABAJO DE CAMPO .....</b>	<b>20</b>
<b>1.5.2 TRABAJO DE LABORATORIO .....</b>	<b>21</b>
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>31</b>
<b>3. RESULTADOS .....</b>	<b>31</b>
<b>2.1 Descripción Taxonómica de nemátodos extraídos según el género .....</b>	<b>33</b>
<b>2.2. Abundancia de organismos registrados .....</b>	<b>59</b>
<b>3. DISCUSIÓN .....</b>	<b>64</b>
<b>4. CONCLUSIONES .....</b>	<b>67</b>
<b>5. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>68</b>
<b>6. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>69</b>
<b>ANEXO 1 .....</b>	<b>81</b>
<b>ANEXO 2 .....</b>	<b>99</b>
<b>ANEXO 3 .....</b>	<b>102</b>

## INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Principales organismos del meiobentos. Nemátodos de la familia Monhysteridae (a) y Desmodoridae (b), y otro ejemplar en revisión (c). Copépodos de los Órdenes Cyclopoida (Suborden Poecilostomatoida) (d) y Harpacticoida (e). Poliquetos de la familia Spionidae (f). Moluscos bivalvos (g, h) y gastrópodos (i, j). Fuente: Aramayo (2018).....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 2 Otros ejemplos de organismos del meiobentos a) Nemátoda, b) Copepoda, c) Nauplii, d) Gastrotricha, e) Kinorhyncha, f) Oligochaeta, g) Polychaeta, h) Cumacea, i) Acari. Fuente: Soto et al (2015).....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 3 (a) Tabla granulométrica del Manual de Clasificación de Rocas Sedimentarias del INGEMMET (b)Juego de tamices y curva granulométrica en base al tamaño de partícula.....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 4 Área de Estudio con la localización de las estaciones de muestreo Ayampe, Modificado de Google earth 2023. ....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 5 Daptonema (Cobb, 1920).....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 6 Cobbia (De Man, 1907).....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 7 Gonionchus (Cobb, 1920).....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 8 Promonhystera (Wieser, 1956).....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 9 Prorhynchonema (Gourbault,1982).....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 10 Retrotheristus (Lorenzen, 1977).....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 11 Paramonohystera (Steiner, 1916).....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 12 Stylotheristus (Lorenzen, 1977).....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 13 Omicronema (Cobb, 1920).....</i>	<i>37</i>

<b>Figura 14</b> <i>Echinotheristus</i> (Thun and Reimann, 1967).....	37
<b>Figura 15</b> <i>Xenolaimus</i> (Cobb, 1920).....	38
<b>Figura 16</b> <i>Amphimonhystrella</i> (Allgen, 1929).....	38
<b>Figura 17</b> <i>Metadesmolaimus</i> (Stekhoven, 1935).....	39
<b>Figura 18</b> <i>Ammotheristus</i> (Lorenzen, 1977).....	39
<b>Figura 19</b> <i>Trichotheristus</i> (Weiser, 1956).....	40
<b>Figura 20</b> <i>Monhystera</i> (Bastian, 1865).....	40
<b>Figura 21</b> <i>Diplolaimella</i> (Allgén, 1929).....	41
<b>Figura 22</b> <i>Gammarinema</i> (Kinne and Gerlach, 1865).....	41
<b>Figura 23</b> <i>Latronema</i> (Wieser, 1954).....	42
<b>Figura 24</b> <i>Disconema</i> (Filipjev, 1918).....	42
<b>Figura 25</b> <i>Metalinhomoeus</i> (Filipjev, 1918).....	43
<b>Figura 26</b> <i>Megadesmolaimus</i> (Wieser, 1954).....	43
<b>Figura 27</b> <i>Chromaspirina</i> (Filipjev, 1918).....	44
<b>Figura 28</b> <i>Metachromadora</i> (Filipjev, 1918).....	44
<b>Figura 29</b> <i>Polysigma</i> (Cobb, 1920).....	45
<b>Figura 30</b> <i>Spirinia</i> (Gerlach, 1963).....	45
<b>Figura 31</b> <i>Chromadorella</i> (Filipjev, 1918).....	46
<b>Figura 32</b> <i>Anoplostoma</i> (Butschli, 1874).....	46
<b>Figura 33</b> <i>Pselionema</i> (Cobb, 1933).....	47
<b>Figura 34</b> <i>Phanoderma</i> (Cobb, 1920).....	47
<b>Figura 35</b> <i>Viscosia</i> (De Man, 1890).....	48
<b>Figura 36</b> <i>Metoncholaimus</i> (Filipjev, 1918).....	48

<b>Figura 37</b> <i>Adoncholaimus</i> (Filipjev, 1918) .....	49
<b>Figura 38</b> <i>Prooncholaimus</i> (Micoletzky, 1924).....	49
<b>Figura 39</b> <i>Belbolla</i> (Andrassy, 1973).....	50
<b>Figura 40</b> <i>Eurystomina</i> (Andrassy, 1973) .....	50
<b>Figura 41</b> <i>Pareurystomina</i> (Micoletzky,1930) .....	51
<b>Figura 42</b> <i>Polygastrophora</i> (De Man, 1922) .....	51
<b>Figura 43</b> <i>Bathyeurystomina</i> (Lambshhead and Platt, 1979) .....	52
<b>Figura 44</b> <i>Enoplolaimus</i> (De Man, 1893) .....	52
<b>Figura 45</b> <i>Siphonolaimus</i> (De Man, 1893).....	53
<b>Figura 46</b> <i>Thoracostoma</i> (Marion,1870) .....	53
<b>Figura 47</b> Datos de temperatura (Monitoreo 1 y 2).....	54
<b>Figura 48</b> Valores de pH (monitoreo 1 y 2) .....	55
<b>Figura 49</b> Análisis granulométrico, método de tamizado (monitoreo 1).....	56
<b>Figura 50</b> Análisis granulométrico, método de tamizado (monitoreo 2).....	58
<b>Figura 51</b> PCA de data de nemátoda registrada en el presente estudio. Monitoreo 1.....	62
<b>Figura 52</b> Análisis de componentes principales del Monitoreo 2.....	63

## **INIDE DE TABLAS**

<i>Tabla 1 Estaciones de monitoreo 1 y 2</i> .....	17
<i>Tabla 2 Familias y géneros de Nemátodos (Monitoreo 1)</i> .....	31
<i>Tabla 3 Familias y géneros de Nemátoda (Monitoreo 2)</i> .....	32
<i>Tabla 4 Tipos de sedimentos obtenidos por análisis granulométrico (Monitoreo 1)</i> .....	57
<i>Tabla 5 tipos de sedimentos presentes durante monitoreo 2</i> .....	58

## **GLOSARIO**

**Affinis:** terminología taxonómica que sugiere el parentesco de un espécimen con un determinado taxon.

**Anfidio:** órganos sensoriales presente en las principales especies de nemátodos de vida libre.

**Anoxia:** fenómeno natural condicionado por la reducción del oxígeno disponible en un medio.

**Bioindicadores ecológicos:** organismos (plantas, microorganismos, animales, etc.) utilizados para evaluar u observar el estado del ecosistema.

**Crisol:** recipiente compuesto por grafito y arcilla capaz de soportar altas temperaturas.

**Intersticial:** disposición espacial entre partículas de arena de los sedimentos.

**Meiofauna:** animales móviles o sésiles, de menor tamaño que la macrofauna.

**Nemátoda:** comprende el cuarto filo más grande dentro del reino animal.

**Organismos vermiformes:** seres vivos o estructuras que tienen forma parecida a un gusano o verme.

**Peachímetro:** es un sensor utilizado en el método electroquímico para medir el pH de una disolución.

**Sedimento:** Materia que, habiendo estado suspensa en un líquido, se deposita en el fondo por su mayor peso.

**Tamiz:** utensilio que se usa para separar las partes finas de las gruesas de algunas cosas.

## ABREVIATURAS

**mm:** milímetros

**µm:** micra

**pH:** potencial hidrogeno

**° C:** grados centígrados

**gr:** gramos

**aff:** affinis



# **ANÁLISIS DE COMUNIDADES DE NEMÁTODOS Y SU RELACIÓN CON LA TEMPERATURA, pH, GRANULOMETRÍA Y MATERIA ORGÁNICA EN LAS PLAYAS ARENOSAS DE AYAMPE, MANABI-ECUADOR.**

**JIMMY JHON GARCÍA AVILÉS**

**BLGA. MARÍA HERMINIA CORNEJO RODRÍGUEZ, PhD.**

## **RESUMEN**

Los nemátodos se manifiestan como organismos que forman parte del meio bentos, siendo los principales individuos con mayor abundancia dentro de este grupo. La presente labor investigativa, tiene la intención de aportar con información relevante sobre el estado y composición de la comunidad de nemátodos en la playa arenosa de Ayampe ubicada en la provincia de Manabí- Ecuador. Se analizó la abundancia y diversidad de las comunidades de nemátodos, y su relación con niveles de materia orgánica, pH, granulometría y temperatura. Cualitativamente se registraron un total de 36 géneros de nemátodos, las cuales se encuentran distribuidas en 13 familias. Durante el estudio se analizaron un total de 1690 ejemplares. El género *Metachromadora* presentó la abundancia relativa correspondiente al 37%, mientras que el segundo género más abundante fue *Anoplostoma*, dando un total de 15% de la data analizada. Se observó que hay relación en la distribución de las especies granulométricas. Xyalidae se presentó como la familia dominante. Se manifestó una baja biodiversidad en la zona de estudio.

**Palabras clave:** Nemátoda, granulometría, comunidad, diversidad, abundancia.

**ANALYSIS OF NEMATODE COMMUNITIES AND THEIR RELATIONSHIP WITH TEMPERATURE, pH, GRANULOMETRY AND ORGANIC MATTER ON THE SANDY BEACHES OF AYAMPE, MANABI-ECUADOR**

**JIMMY JHON GARCÍA AVILÉS**

**BLGA. MARÍA HERMINIA CORNEJO RODRÍGUEZ, PhD.**

**ABSTRACT**

Nematodes manifest themselves as organisms that are part of the meiobenthos, being the main individuals with the highest abundance within this group. The present research work has the intention of providing relevant information on the state and composition of the nematode community in the sandy beach of Ayampe, located in the province of Manabí, Ecuador. The abundance and diversity of nematode communities and their relationship with organic matter levels, pH, granulometry and temperature were analyzed. Qualitatively, a total of 36 nematode genera were recorded, which are distributed in 13 families. A total of 1690 specimens were analyzed during the study. The genus *Metachromadora* presented the relative abundance corresponding to 37%, while the second most abundant genus was *Anoplostoma*, giving a total of 15% of the analyzed data. It was observed that there is a relationship in the distribution of the granulometric species. Xyalidae was the dominant family. There was a low biodiversity in the study area.

**Key words:** Nematode, granulometry, community, diversity, abundance.

## INTRODUCCIÓN

La fauna bentónica desarrolla un rol importante en el ecosistema y de la cadena trófica marina, en ella se incluyen tres grupos clasificados en función de su tamaño, la macrofauna ( $>1\text{mm}$ ), meiofauna ( $<1\text{mm}>30\text{-}30\mu$ ) y la microfauna ( $<30\text{-}40\mu$ ); presentes en estratos marinos y de sistemas dulceacuícolas (Giere, 2009). En cuestión de transferencia energética, este grupo cumple un rol fundamentalmente mayor a pesar de poseer una biomasa inferior a organismos superiores presentes en áreas costeras (Sellanes et al., 2003).

Los organismos de la meiofauna son capaces de realizar variaciones significativas en las propiedades biológicas y fisicoquímicas de los sedimentos arenosos, donde se ven involucrados factores como la granulometría y la descomposición de la materia orgánica (Bonaglia et al., 2020). Dentro de este grupo, los nemátodos constituyen el taxon más preponderante, contribuyendo con el flujo de materia orgánica y energía para los procesos bentónicos (Bhadury et al., 2008). Así mismo, son capaces de brindar información importante del estado del ambiente que habitan, catalogándose como bioindicadores.

Sin embargo, su verdadera riqueza y diversidad es inexacta, debido a que los estudios se limitan por la morfología similar entre especies y el tamaño de los mismos (Valderrama-Aravena et al., 2014).

Identificar correctamente estos organismos resulta esencial para establecer enfoques relacionados con la biorremediación ante un posible escenario de contaminación. De acuerdo con Wakkaf et al. (2020), los nemátodos presentan anfidios circulares muy recurrentes cuando se exponen a sedimentos contaminados, lo cual se constituye en una herramienta útil para su identificación como bioindicadores.

El método de identificación morfológica resulta conflictivo cuando no se consideran las variaciones existentes entre géneros y especies similares (Nisa et al., 2022), por ende , a nivel morfológico los nemátodos no logran ser distinguidos en su mayoría, y terminan siendo genéticamente distintos (Vogler & Monaghan, 2007). No obstante, con las técnicas de deshidratación y tinción es posible la observación de las estructuras internas que facilitan la identificación no solo de las familias, sino también de los géneros. Los nemátodos poseen un cuerpo principalmente alargado y cilíndrico adaptado a una movilidad ondulatoria y miden en promedio 2,5 mm de longitud en su etapa adulta( Sócola Sánchez, 2003). Gambi et al. (2003), han llegado a registrar nemátodos de profundidades de 7800m con una longitud de 1,5 mm.

La escasa movilidad de los nemátodos en el medio convierte a esos organismos en seres intersticiales, lo cual provoca que a su vez las variables ambientales alteren su estructura comunitaria; como en el caso de los movimientos de agua

superficiales, el paso de otros organismos, así como también la presencia de químicos como los metales pesados (Vincx & Heip, 1987). Las altas concentraciones de contaminantes químicos reducen la densidad de nemátodos, motivo por el cual estos organismos, se convierten en herramientas útiles para evaluar las perturbaciones en la naturaleza (Russo et al., 2020; Moreno et al., 2009). Además, este grupo presenta adaptación a la falta de oxígeno e inclusive pueden reproducirse bajo estas condiciones extremas (Aramayo, 2018) como es el caso de los ambientes las fumarolas y del hielo antártico lo cual se resume en el uso de anhidrobiosis (Estado de vida latente) y otras técnicas de adaptabilidad según lo comenta McSorley (2003).

La mayor parte de la materia orgánica que se encuentra en los ecosistemas marinos, procede de la producción primaria; sin embargo, no toda la materia logra disociarse y termina precipitándose al sedimento (Aller & Aller, 1992), donde organismos pertenecientes a la meiofauna, entre los que están los nemátodos, se encargan de reutilizarlo. Hernández Abreu (2019), en su trabajo sobre la composición de la meiofauna en la región noroccidental de Cuba, reporta nemátodos con rasgos biológicos distintivos, presumiblemente producto de la adaptación al sedimento fangoso y la accesibilidad a la materia orgánica.

Las comunidades meiofaunales con menor abundancia presentan una reducción de la tolerancia frente a factores de estrés ambiental como la temperatura

o el pH; ésta aseveración fue expuesta por Ingels et al. (2018), al observar una reducción en la abundancia de nemátodos, copépodos y ostrácodos, producto de la combinación de los efectos del calentamiento global y de la acidificación en los mares. Se han reportado efectos negativos en el desarrollo poblacional del nemátodo *Diplolaimelloides delyi* a causa de la exposición controlada de fenantreno (hidrocarburo contaminante). Pontes et al. (2021), comentan que, los efectos de este compuesto se magnifican con el aumento de temperatura (35 ° C), lo cual sugiere mayores estudios sobre otras especies de nemátodos y su adaptabilidad térmica.

Barry et al. (2004), señalan que, existe una relación entre el pH y el CO<sub>2</sub> y su efecto en las comunidades de nemátodos; siendo así, que el dióxido de carbono en las profundidades marinas logra reducir el potencial hidrógeno y como consecuencia, la abundancia de estos organismos. Sin embargo, este fenómeno puede ser contradictorio y resultar en el aumento de la población, presumiblemente por la reducción de otros organismos menos adaptados a estos niveles reducidos de pH y como consecuencia a la escasa competencia que existe en las comunidades marinas (Hale et al., 2011).

En general cambios en la diversidad de nemátodos están relacionados con las alteraciones en el medio marino. Evaluar estos procesos en base al estado de las comunidades de nemátodos en playas arenosas resulta más accesible, por lo cual es

importante realizar más estudios sobre este grupo, analizando al mismo tiempo los efectos de las variables ambientales sobre ellos, incluyendo también a la actividad antropogénica entre los factores determinantes en su abundancia y distribución (María et al., 2016).

## **JUSTIFICACIÓN**

Existen escasos trabajos publicados en el Ecuador relacionados con esta temática (González & Estela, 2003; Cornejo-Rodríguez, 2006). Las investigaciones previamente realizadas en playas arenosas se efectuaron en las locaciones de Salinas, San Pedro (Calles et al., s. f.; Calles et al., 2005) y Valdivia de Manglaralto (Muñoz Reyes, 2014). Desde entonces los estudios sobre nemátodos bentónicos asociados a sedimentos arenosos del perfil costanero ecuatoriano no han sido recurrentes. Otros estudios de nemátodos a nivel del país han sido considerados como material importante relacionadas a sistemas de cultivo de camarón *Litopenaeus vannamei* (Cornejo-Rodríguez, 2006; Ibarra et al, 2017).

El presente trabajo investigativo tiene el propósito de contribuir con información sobre el estado y composición de la comunidad del Filo Nemátoda en la playa arenosa de Ayampe ubicada en la provincia de Manabí- Ecuador, con el objetivo de aportar datos significativos en la línea de indagación vinculada al estudio de nemátodos de vida libre en esta playa en respuesta a la necesidad de contribuir a la investigación sistemática sobre estos organismos en el perfil costero de Ecuador. Se planteó hacer un énfasis en las interacciones de los nemátodos con factores como la materia orgánica, pH, granulometría y temperatura, para fortalecer el conocimiento sobre estos y las posibles afectaciones que puedan ser causadas ya sea por cambios en las variables ambientales naturales o producidas por actividades antropogénicas.



## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Analizar la densidad y diversidad de las comunidades de nemátodos de la playa arenosa de Ayampe, identificándolas mediante el uso de claves taxonómicas para el establecimiento de su relación con los factores fisicoquímicos de materia orgánica, pH, granulometría y temperatura.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar la composición taxonómica de la comunidad de nemátodos obtenidos de las playas arenosas de Ayampe mediante el uso de claves específicas.
- Establecer la abundancia y diversidad de nemátodos presentes en el área de estudio aplicando los índices de Shannon y Simpson.
- Correlacionar la diversidad y abundancia de nemátodos con los parámetros fisicoquímicos de materia orgánica, pH, granulometría y temperatura.

### **HIPÓTESIS (HO)**

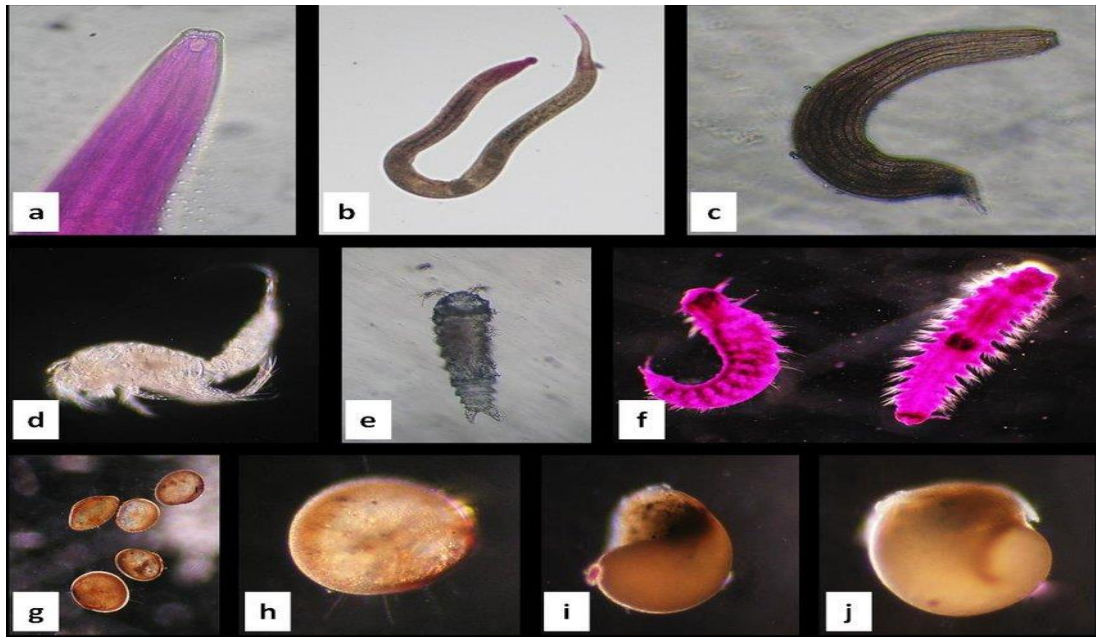
La diversidad y abundancia de nemátodos presentes en la playa arenosa de Ayampe-Manabí están relacionados con la temperatura, granulometría, materia orgánica y pH.

## **CAPITULO I**

### **1. MARCO TEÓRICO**

#### **1.1. Aspectos generales del Meiobentos**

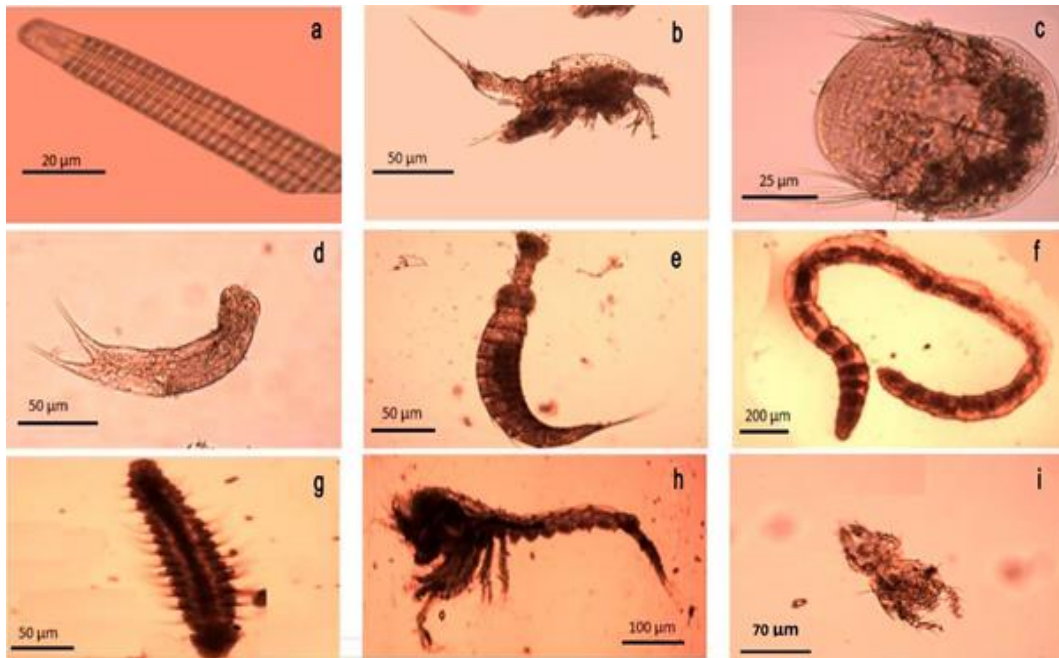
Las comunidades meiofaunales pueden ser descritas como “microorganismos intersticiales” lo cual quiere decir, que se encuentran adaptados fisiológicamente para habitar en los intersticios de los sustratos oceánicos (Horacek Iii et al., 2022). El historial evolutivo de este grupo puede apreciarse en sus modificaciones morfológicas y fisiológicas para residir en los fondos marinos, por esto y debido su alta abundancia y diversidad en conjunto con su reproducción constante, se convierten en organismos muy viables para numerosos estudios (Schratzberger & Somerfield, 2020). Soto et al. (2015) y Aramayo (2018) señalan la presencia de una alta diversidad presente en estos ecosistemas con diversidad de tamaño y grupos biológicos; es así como se han registrado crustáceos tales como copépodos y cumáceos; y otros menos frecuentes como kynochinchas y gastroitrichias; además también se han observado organismos vermiformes como poliquetos y oligoquetos, entre otros (figuras 1 y 2)



**Figura 1** Principales organismos del meiobentos. Nemátodos de la familia Monhysteridae (a) y Desmodoridae (b), y otro ejemplar en revisión (c). Copépodos de los Órdenes Cyclopoida (Suborden Poecilostomatoida) (d) y Harpacticoida (e). Poliquetos de la familia Spionidae (f). Moluscos bivalvos (g, h) y gastrópodos (i, j). Fuente: Aramayo (2018).

## 1.2 Composición de la meiofauna

Cruz (1998), efectuó lo que se consideraría como, el primer trabajo dentro del Ecuador sobre la meiofauna, en él estableció la presencia de 16 grupos pertenecientes al meiobentos dentro del Golfo de Guayaquil. Sin embargo, años más tarde, realizó un nuevo estudio donde determinó la presencia de 19 grupos en los cuales el filo Nemátoda se mantenía en dominancia. Por otro lado, la misma tendencia se mostró en la publicación de Yáñez (2015), donde éste grupo representó el 81% de la abundancia relativa en su punto más bajo.



**Figura 2** Otros ejemplos de organismos del meiobentos a) Nemátoda, b) Copepoda, c) Nauplii, d) Gastrotricha, e) Kinorhyncha, f) Oligochaeta, g) Polychaeta, h) Cumacea, i) Acari. Fuente: Soto et al (2015)

Consecuentemente, dentro del mismo año, Larreategui Murillo, (2019) en su análisis comparativo sobre la variación interanual de la meiofauna entre las localidades de San Pedro y Salinas (2004, 2007, 2013), obtiene una abundancia de nemátodos mayormente marcada en el período 2013 en ambas áreas. Cabe agregar que los conglomerados bentónicos habitan en sedimentos arenosos, se encuentran estrechamente en contacto con factores de estrés ambiental, por lo cual, estos especímenes reaccionan a diferentes estímulos, generando variación en las sociedades meiofaunales, tal causal es la clave para que estos organismos sean considerados como bioindicadores ecológicos(Ghosh & Mandal, 2021).

### **1.2.1 Filo Nemátoda**

El filo Nemátoda está constituido por dos clases: Secernentea y Adenophorea. El término Secernentea determina que estos organismos son secretores, por lo tanto, poseen un sistema secretor-excretor, mientras que Adenophorea significa “portadores de glándulas” en alusión a la existencia de glándulas caudales en sus cuerpos (Holterman et al., 2019). La estructura morfológica de estos organismos invertebrados está dispuesta por dos estructuras cilíndricas, un cilindro interno y otro externo, en los cuales, el primero se compone por el intestino (sistema digestivo) y el segundo posee una superficie constituida por una capa cuticular que a su vez se compone de manera interna por un manto muscular longitudinal (Huang & Guo, 2022).

Actualmente, se han logrado identificar aproximadamente 12868 especies de nemátodos marinos de vida libre (Nemys Eds., 2023). Estos organismos se caracterizan por ser los colectivos de grupos más abundantes y dominantes dentro del meiobentos, poseyendo cualidades que les permiten soportar condiciones relativamente extremas dentro de su medio (Sapir, 2021). No obstante, cabe indicar que dentro de los metazoos que presentan mayor abundancia en el planeta pertenecen al filo nemátoda, mientras que, como señala Schminke (2007), los organismos más diversos están representados por la clase insecta, en ambiente continentales.

En cuanto a su reproducción, los nemátodos, son dioecios (unisexual) y el proceso de fertilización se da por copulación, posteriormente se produce desarrollo bentónico inmediato del óvulo a través de estados juveniles al adulto. Los nemátodos machos presentan estructuras características llamadas espículas, las cuales se disponen de distintas formas y tamaños independientemente del grupo taxonómico (de hecho, es una estructura importante para la identificación taxonómica de una especie). Entre los nemátodos algunas familias son las más destacadas por su presencia y abundancia, tal es el caso de *Xyalidae*, *Chromadoridae*, *Cyatholaimidae*, *Desmodoridae* y *Oncholaimidae*, los mismos que se encuentran distribuidos en playas arenosas de todo el mundo (María et al., 2013; Baldrighi et al., 2019).

Los hábitos alimenticios de este grupo varían desde bacterias, protistas e incluso otros nemátodos, generando una condición alimenticia oportunista, para nutrirse de los alimentos disponibles, lo cual de acuerdo con Schratzberger et al. (2019) contribuyó al éxito de estos animales para mantener una abundancia y diversidad significativa en los sedimentos.

### **1.3 Factores físicoquímicos del hábitat**

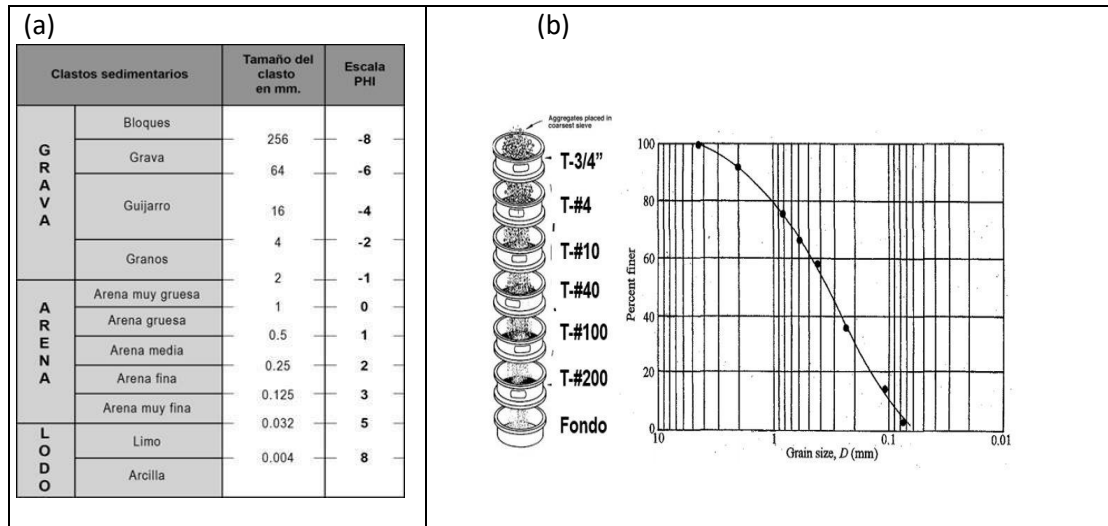
#### **1.3.1 Temperatura**

Los factores térmicos resultan ser muy importantes para mantener una biota equilibrada dentro de un ecosistema, puesto que cada organismo debe adaptarse a estas condiciones. Los nemátodos marinos son especies ectotérmicas, se desconocen cuáles son los grados de tolerancia térmica de estos organismos (Majdi et al., 2019), sin embargo, esto puede depender enteramente de la especie en cuestión. Vafeiadou et al. (2018) señalan que, los cambios, variaciones o fluctuaciones en la temperatura pueden afectar de manera significativa no sólo la eficacia reproductiva de los nemátodos, sino también, la dinámica poblacional y la interacción de estos con otros organismos del meiobentos. La fecundidad algunos nemátodos puede verse afectada a los 25 ° C bajo condiciones experimentales (Christophe, 2021).

#### **1.3.2 Granulometría**

El tamaño y forma de las partículas de arena resulta relevante para la disposición de múltiples grupos de especímenes del meiobentos (ver tabla| 3 para tamaño de partícula), que en consecuencia adoptaron un cuerpo más alargado (Palma Macias & Quiroz Zamora, 2019). No obstante, Santos et al. (2019) señalan que, la composición volumétrica del grano de arena, no resulta ser excepcionalmente un factor preponderante en la distribución de los nemátodos marinos en las playas arenosas. situación que no concuerda con lo señalado por Song et al. (2022), quienes mencionan que, la composición taxonómica de los

nemátodos, en conjunto con sus caracteres funcionales, pueden relacionarse directamente con las dimensiones de las partículas del sedimento.



**Figura 3** (a) Tabla granulométrica del Manual de Clasificación de Rocas Sedimentarias del INGEMMET (b)Juego de tamices y curva granulométrica en base al tamaño de partícula

En contraste, de acuerdo con Heip et al. (1985), el estado estructural del sedimento condiciona la diversidad de especies de nemátodos, encontrándose un mayor número en depósitos arenosos, que en suelos fangosos. Los nemátodos logran desplazarse en el sedimento atravesando poros de aproximadamente 30 micrómetros de diámetro (Jones, 1975).



### **1.3.3 Materia orgánica**

Los organismos del suelo (biota), incluyendo los microorganismos, usan los residuos de las plantas y de los animales y en general los derivados de la materia orgánica como alimentos, formando una comunidad subterránea con cadenas tróficas complejas y diversas (Julca-Otiniano et al., 2006). Gao & Liu (2018), manifiestan que, la disposición del alimento, expresada como el contenido de materia orgánica presente en el sedimento, resulta ser el elemento ambiental influyente en la distribución de estos conjuntos meiofaunales.

### **1.3.4 pH**

Investigadores de sistema Nacional de áreas de Conservación de Costa Rica (SINAC, 2016), señalan que la mayoría de los organismos se han adaptado a vivir en aguas con un pH específico y que pueden morir si este cambia, aunque sea mínimamente. Este nivel de pH puede verse afectado por los desechos industriales, la escorrentía de zonas agrícolas y/o el drenaje de operaciones mineras mal manejadas. Se añade además que el cambio climático está provocando una acidificación de los océanos, lo cual significa que el pH disminuye periódicamente.

Los océanos son naturalmente alcalinos y registran un pH promedio de 8,2  $\pm$  0,3, aunque esto puede variar en las aguas cercanas a la playa donde el pH, en algunas zonas, se ve directamente alterado por el agua dulce de los ríos que desembocan en el mar. En general, el agua de mar es ligeramente alcalina y el valor

de su pH está entre 7,5 y 8,4 unidades de pH y varía en función de la temperatura; si esta aumenta, el pH disminuye y tiende a la acidez; también, puede variar en función de la salinidad, la presión o profundidad y la actividad vital de los organismos marinos (Cifuentes et al., 1997).

## CAPÍTULO II

### MARCO METODOLÓGICO

#### 1.4 ÁREA DE ESTUDIO

Las muestras de sedimento fueron extraídas en la playa arenosa de Ayampe ubicada en la provincia de Manabí- Ecuador, durante 2 meses de muestreo, desde el 5 de mayo hasta el 5 de junio en 4 estaciones determinadas, las mismas que se encuentran localizadas entre las siguientes coordenadas (tabla 1)

**Tabla 1**

Estaciones de monitoreo 1 y 2

ESTACIÓN	COORDENADAS	
	MONITOREO 1	MONITOREO 2
1	1°40'55"S 80°48'43"W	1°40'55"S 80°48'43"W
2	1°40'39"S 80°48'50"W	1°40'39"S 80°48'50"W
3	1°40'23"S 80°48'59"W	1°40'24,4"S 80°48'57"W
4	1°40'07"S 80°49'07"W	1°40'07"S 80°49'07"W

La suma total de estas estaciones da una extensión aproximada de 1650 metros de longitud (Figura 4). Se presentaron cambios ambientales en fechas previas a la colecta de muestras (acorde a información recopilada de forma personal y por pobladores de la zona), lo cual se evidenció con la desviación del cauce que conecta al Río Ayampe con el mar debido a la acumulación de rocas y arena dentro

de las coordenadas de la estación 3, esto afectó la toma de sedimento, por lo cual, se procedió a tomar muestras en otro punto cercano correspondientes a la siguiente coordenada  $1^{\circ}40'24,4''S$   $80^{\circ}48'57''W$ .



**Figura 4** Área de Estudio con la localización de las estaciones de muestreo Ayampe, Modificado de Google earth 2023.

#### 1.4.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Ayampe es una playa de considerable extensión, la misma se sitúa delante de una gran área de bosque tropical del cual desemboca el Río Ayampe, siendo un factor clave de esta zona de estudio los fuertes oleajes. De acuerdo con los civiles locales, esta área varía mucho en su composición superficial en cuanto a material

sólido retenido sobre la arena, inclusive se han manifestado variaciones geológicas sobre la misma, hasta el punto de generar “muros de arena”.

Las estaciones se designaron separadas por aproximadamente 550 m una de la otra con la finalidad de determinar si había diferencias en distribución de nemátodos, durante el análisis y fueron consideradas de acuerdo con su ubicación e interés para el trabajo. No se tiene constancia de la sedimentología exacta presente en estas estaciones, sin embargo, podría existir variación en la composición de la arena del área de estudio.

Con respecto a las estaciones 1, 2 y 4, éstas se encuentran ubicadas en un área influenciada por el viento y el oleaje, motivo por el cual, se tienen en consideración como puntos con poca diversificación en estructura sedimentológica y composición comunitaria de nemátodos. En la estación 3, la mayor consideración que se tomó en cuenta fue su ubicación y características hidrológicas, puesto que, en esta área se encuentra un estero procedente del Río Ayampe, el cual podría ser clave para determinar por medio de la toma y análisis de muestras de sedimento si hay o no diferencias significativas entre las demás estaciones.

## **1.5 METODOLOGÍA**

La metodología para extracción, procesamiento y fijación de las muestras de nemátodos está basada en Vincx (1996) y Calles Procel & Vincx (2009). Dichos procesos serán explicados en los siguientes apartados.

### **1.5.1 TRABAJO DE CAMPO**

#### **1.5.1.1 Colecta de muestras**

Para la extracción de Nemátoda se usaron estructuras cilíndricas denominadas Corer, los mismos que son de material resistente, acrílico o en este estudio, tubos de PVC con un diámetro estimado de 5 cm; las muestras fueron colectados hasta una profundidad de 10 cm (profundidad estandarizada para la colecta, Vinck,1996) a la altura de la baja mar teniendo en cuenta las etapas lunares. Se recolectaron 20 muestras cada 30 días, y en cada estación se extrajeron 3 muestras para análisis de nemátodos (Calles Procel & Vincx, 2009). Se registró la temperatura y se colectó muestras para la determinación de pH, materia orgánica y granulometría.

Los prototipos se procesaron *in situ* receptándolos en frascos de plástico y agregándoles formalina al 4%, posteriormente se colocaron en una hielera o termo espuma flex con dimensiones de 50 cm largo x 30 cm de ancho y 30 cm de alto, para finalmente ser transportadas a los laboratorios de la UPSE para el posterior análisis.

### **1.5.1.2 Fijación de muestras**

De acuerdo con Vincx, (1996), las muestras en el campo se almacenan en recipientes de plástico o de vidrio debidamente etiquetados y se agrega una mezcla de formalina, colorante y agua de mar, lo cual resultara en una solución de formalina al 4%.

### **1.5.1.3 Registro de datos ambientales**

En el campo se registró la temperatura ambiental del sedimento haciendo uso de un termómetro de alcohol. Fueron colectadas dos muestras de sedimento mediante el corer, una de ellas para análisis granulométrico que se llevó a cabo en el laboratorio de Análisis de Suelos de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la UPSE. La segunda muestra se utilizó para el análisis de materia orgánica y de pH y fue procesada en los laboratorios de biotecnología de la UPSE.

## **1.5.2 TRABAJO DE LABORATORIO**

### **Procesamiento de muestras biológicas**

#### **1.5.2.1 Decantación primaria directa**

Este proceso consiste en separar la meiofauna de los sedimentos de arena, si existe exceso de material que impida evaluar los nemátodos se recomienda usar un tamiz de 1 mm para eliminar la macrofauna y detritus. Posteriormente se vierte

el sedimento arenoso en un recipiente de 5 litros, aplicando un chorro fuerte de agua del grifo, se logra así separar la meiofauna suspendiéndola en la columna de agua, luego se deja reposar durante 10 segundos para finalmente verter el sobrenadante sobre un tamiz de 30  $\mu\text{m}$ , este proceso debe repetirse 10 veces seguidas por cada muestra. Luego el material retenido en el tamiz se deposita en tubos de 50 ml de base plana.

#### **1.5.2.2 Decantación secundaria con Sacarosa**

Se prepara una solución de sacarosa con 1200 gr de sacarosa y 1000 ml de agua, se obtendrá como resultado una sustancia tipo gel (Armenteros et al., 2003;Ibarra Mayorga et al., 2014), que se coloca en los recipientes de vidrio que contienen la muestra a razón de 3:1.

Se colocan en un agitador por 10 minutos y se procede a dejar reposar por cinco minutos. En caso de no poseer el agitador, el tiempo de agitación manual corresponde a 15 minutos más cinco minutos de reposo (procedimiento comprobado que tiene resultados sin diferencias estadísticas significativas, con el uso del agitador); este proceso se repite 3 veces. Cada muestra agitada y reposada debe ser vertida en el tamiz de 30  $\mu\text{m}$  y nuevamente ser expuesta a solución de



sacarosa para continuar agitando, el material retenido en el tamiz es transferido a un envase hermético, luego de haber sido lavada la sacarosa sobre el mismo tamiz con la muestra, seguido se añaden unas gotas de solución de Rosa Bengala al 1% para facilitar la observación.

### **1.5.2.3 Aislamiento y conteo de los organismos**

Para el conteo de organismos se procedió al uso de estero microscopio Boeco, y una cámara bogorov, los nemátodos son transferidos a una caja Petri de 5 ml que contiene una solución DGI, compuesta de (99% de formalina y 1% de glicerol).

La muestra se deja en la solución DGI por 12 horas y se coloca el recipiente con la muestra dentro de una cámara cerrada con contenido etanol 70% y a una temperatura de 35-40°C, a fin de que la formalina se evapore. Posterior a lo cual durante 8 horas y cada 2 horas se colocan 3-4 gotas de una solución de DGII, que contiene (etanol al 95% y glicerol al 5%), esto a fin de que se evapore el alcohol. También manteniendo la temperatura inicial y dentro del recipiente. Finalizado el proceso se colocan 3-5 gotas de solución DGIII y se deja reposar hasta las 08h00 del día siguiente, fuera del recipiente con etanol; con lo cual la muestra queda lista para el montaje de los organismos.

#### **1.5.2.4 Montaje**

Los nemátodos son montados en placas portaobjeto, para esto se colocan dos anillos de parafina separados en las placas, debidamente etiquetadas; colocando una gota de glicerina dentro de cada anillo, donde son depositados 5 nemátodos mayores o iguales de 4 mm o 10 nemátodos menores de 4 mm. Posteriormente, se coloca una lámina cubreobjeto sobre cada anillo y se expone a una temperatura de 35 grados centígrados, esto permite que la parafina se funda y los nemátodos logren quedarse fijos en las placas (etiquetadas) y, así lograr observar en detalle de los mismos y proceder a la identificación taxonómica. Las placas portaobjetos preparadas pueden ser almacenadas por varios años en temperaturas inferiores a los 30 grados centígrados.

#### **1.5.2.5 IDENTIFICACIÓN**

Los organismos fueron ubicados en taxones a través revisión de trabajos y de las claves pictóricas Jairajpuri & Kbhan, (1982); Warwick, (1984); Higgins & Thiel (1988); Platt & Warwick (1988), Neyt (2003), Cornejo-Rodríguez (2006), además de la información digital recibida de la Dra. Alba Calles, docente ESPOL (acalles@esppol.edu.ec).

Las fotografías de los organismos se obtuvieron haciendo uso de microscopio con cámara integrada con aumento de 40x, las imágenes fueron procesadas y almacenadas con ayuda del software ToupView.

#### **1.5.2.6 Análisis granulométrico por el método de tamices**

Esta técnica consiste en pasar la muestra de sedimento a través de un juego de tamices de diferentes medidas mediante agitación con el objetivo de medir el peso del material retenido en cada tamiz y su porcentaje con respecto al total de la muestra (Gilbert, 2017).

Antes de usar la metodología por tamizado, se procede en aplicar distintos procesos para eliminar el contenido de humedad y materia orgánica presente en la muestra. Para ello, se ejecuta un análisis sin lavado, depositando el material de arena en una tara o recipiente y tomando su peso como “peso de tara + muestra”, luego, se pasan a un horno donde son expuestos a 105 °C durante 24 horas, de esta forma eliminamos la humedad relativa de la muestra. El segundo procedimiento consiste en un análisis por vía húmeda, donde, las muestras son retiradas del horno y tomadas su peso. Después, se les aplica agua y se devuelven al horno a la misma temperatura y tiempo.

Luego de estos procesos, las muestras están listas para ser analizadas por el método de tamizado. Se usaron los tamices cuya denominación va, desde la malla 4, malla 10, malla 40 y malla 200. Todo el material retenido es colectado y pesado para posteriormente analizar el diámetro y tamaño de las partículas.

#### **1.5.2.7 Determinación de materia orgánica**

La materia orgánica presente en los suelos puede alterar sus propiedades y su capacidad para obtener elementos como N, P y S, también puede interferir en la retención de agua e inclusive alterar el color del suelo y por ende causar efectos adversos en la temperatura. El material orgánico se puede manifestar de manera dinámica, y alterarse su concentración en la columna de agua, por interacciones bacterianas y procesos del organismos del meiobentos (Nelson & Sommers, 1996; de Jesús Navarrete et al., 2000).

#### **Método de calcinación o método de pérdida por ignición de acuerdo a Nelson & Sommers (1996) modificado.**

Este método sirve para determinar la materia orgánica del suelo o arena, consiste en la eliminación o destrucción a través de la exposición a altas temperaturas de manera controlada de todo el material orgánico presente en una muestra de sedimento.

## **Procedimiento**

El proceso consiste en, pesar cada cápsula o crisol en una balanza de precisión donde obtendremos la tara o peso del recipiente, luego de este paso, procesemos a introducir el material de sedimento hasta la parte media del crisol, luego, depositamos las muestras en la estufa a una temperatura de 60° C durante 24 horas con el fin de eliminar la humedad presente. Una vez transcurrido el tiempo, se traslada el crisol a la mufla, exponiéndolo a 250 °C durante más de 8 horas.

Posteriormente, se anotan los datos tanto de la tara como el peso de sedimento introducido, terminadas las 8 horas, se retiran las cápsulas de la mufla y se deja enfriar en la campana de desecación hasta alcanzar la temperatura ambiente, para finalizar el proceso, pesamos la muestra y anotamos el peso como peso a 250 °C.

## **Cálculo de porcentaje de materia orgánica**

$$\text{peso}_{60^{\circ}\text{C}}(\text{g}) = \text{tara de cápsula} + \text{peso de suelo}$$

$$\text{materia orgánica}(\%) = \frac{\text{peso}_{60^{\circ}\text{C}} - \text{peso}_{250^{\circ}\text{C}}}{\text{peso}_{60^{\circ}\text{C}}} \times 100$$

$$\text{materia mineral}(\%) = 100 - \text{materia orgánica}$$

### **1.5.2.8 Determinación de pH**

Para determinar el pH de las muestras se aplicó una metodología estándar, la cual consiste en hacer uso de agua destilada como medio solvente de la muestra de sedimento. El proceso consta de, pesar 40 g de la muestra y depositarla en un vaso de precipitación, posteriormente, se revuelve con ayuda destilada durante 30 segundos y se deja reposar 3 minutos, esto se repite 5 veces. Para finalizar se toma el pH del sobrenadante con la ayuda de un Peachímetro.

### **1.5.2.9 Análisis de la información**

Se realizó el análisis de normalidad de los datos, seguido de una prueba de homocedasticidad de Levene, luego se aplicó ANOVA de una vía y Test paramétrico posterior de Tukey ( $p < 0.05$ ). Así mismo, en datos no paramétricos se utilizó la prueba de Kruskal - Wallis para la comparación de las variables estudiadas, también se aplicó análisis de normalidad usando la prueba de Anderson Darling. Todos los análisis estadísticos se realizaron usando el software Minitab versión 19. Para la diversidad se utilizó el índice de Shannon y para la abundancia el de Simpson. La correlación se efectuó haciendo uso de la prueba de correlación de Spearman y mediante análisis de componentes principales.

## **Determinación de la abundancia y diversidad**

### **Índice de Shannon(diversidad)**

Es uno de los índices de biodiversidad específica más usados, este método mide el grado de heterogeneidad dentro de una comunidad relacionando el número de organismos hallados y la abundancia relativa (Pla, 2006). Este índice aumenta con el número de especies presentes y toma mayores valores cuando las proporciones de las distintas especies son similares (Del Río et al., 2003). Su fórmula es la siguiente.

$$H = -\sum p_i \ln p_i$$

Donde:

$p_i$  representa la abundancia relativa de cada especie

H. Índice de Shannon

$\Sigma$ . Número de especies identificadas

### **Índice de Simpson(abundancia)**

Mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar de una población de N individuos provengan de la misma especie. Este índice varía inversamente con la heterogeneidad (de tal forma que, si los valores del índice decrecen, la diversidad crece y viceversa) (Badii et al., 2008).

$$\lambda = \sum p_i^2$$

donde:

$p_i$  = abundancia proporcional de la especie  $i$ , es decir, el número de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número total de individuos de la muestra.

### **Coefficiente de correlación de Pearson**

El coeficiente de Pearson (también llamado coeficiente de correlación del producto-momento), se representa con el símbolo  $r$  y proporciona una medida numérica de la correlación entre dos variables cuantitativas (Fiallos, 2021). Mide el grado de relación o asociación existente generalmente entre dos variables aleatorias cuantitativas que poseen una distribución normal bivariada conjunta (Restrepo & González, 2007).

Formula:

$$\rho = \frac{\text{cov}(x, y)}{\sigma_x \sigma_y} \quad -1 \leq \rho \leq 1$$



## CAPÍTULO III

### 3. RESULTADOS

Se lograron identificar un total de 36 géneros de nemátoda durante la primera colecta de muestras (monitoreo 1) efectuada el 5 de junio del presente año, dichos grupos se encuentran distribuidos en 13 familias, a continuación, se describen los siguientes conjuntos de nemátodos (tabla 2).

**Tabla 2**

Familias y géneros de Nemátodos (Monitoreo 1)

Monitoreo 1				
Familia	Género	Familia	Género	
Xyalidae	<i>Daptonema</i>	Desmodoridae	<i>Chromaspirina</i>	
	<i>Cobbia</i>		<i>Metachromadora</i>	
	<i>Gonionchus</i>		<i>Polysigma</i>	
	<i>Promonhystera</i>		<i>Spirinia</i>	
	<i>Retrotheristus</i>	Chromadoridae	<i>Chromadorella</i>	
	<i>Paramonhystera</i>			
	<i>Stylotheristus</i>	Ceramonematidae	<i>Pselionema</i>	
	<i>Omicronema</i>	Anoplostomatidae	<i>Anoplostoma</i>	
	<i>Echinotheristus</i>	Phanodermatidae	<i>Phanoderma</i>	
	<i>Xenolaimus</i>	Oncholaimidae	<i>Viscosia</i>	
	<i>Amphimonhystrella</i>		<i>Metoncholaimus</i>	
	<i>Metadesmolaimus</i>		<i>Oncholaimus</i>	
	<i>Ammotheristus</i>		<i>Prooncholaimus</i>	
	<i>Trichotheristus</i>		<i>Belbolla</i>	
Monhysteridae	<i>Monhystera</i>	Enchelidiidae	<i>Eurystomina</i>	
Linhomoeidae	<i>Disconema</i>		<i>Pareurystomina</i>	
Thoracostomopsidae	<i>Enoplolaimus</i>		<i>Polygastrophora</i>	
Ceramonematidae	<i>Pselionema</i>		Siphonolaimidae	<i>Bathyeurystomina</i>
				<i>Siphonolaimus</i>

La segunda extracción (Monitoreo 2) realizada el 5 de julio del presente año, arrojó un total de 25 géneros de nemátodos pertenecientes a 10 familias, dichos datos son representados a continuación (tabla 3).

**Tabla 3**

Familias y géneros de Nemátoda (Monitoreo 2)

Monitoreo 2			
Familia	Género	Familia	Género
Xyalidae	<i>Daptonema</i>	Anoplostomatidae	<i>Anoplostoma</i>
	<i>Promonhystera</i>	Ceramonematidae	<i>Metadasynemoides</i>
	<i>Retrotheristus</i>	Oncholaimidae	<i>Viscosia</i>
	<i>Omicronema</i>		<i>Prooncholaimus</i>
	<i>Echinotheristus</i>		<i>Adoncholaimus</i>
	<i>Amphimonhystrella</i>	Selachinematidae	<i>Latronema</i>
	<i>Prorhynchonema</i>	Enchelidiidae	<i>Belbolla</i>
<i>Monhystera</i>	<i>Bathyeurystomina</i>		
<i>Diplolaimella</i>	<i>Pareurystomina</i>		
<i>Gammarinema</i>		<i>Eurystomina</i>	
Linhomoeidae	<i>Disconema</i>	Leptosomatidae	<i>Thoracostoma</i>
	<i>Metalinhomoeus</i>	Desmodoridae	<i>Metachromadora</i>
	<i>Megadesmolaimus</i>		

## 2.1 Descripción Taxonómica de nemátodos extraídos según el género

### ➤ Familia Xyalidae

Reino: Animalia

Phylum: Nemátoda

Clase: Adenophorea

Subclase: Chromadoria

Orden: Monhysterida

Familia: Xyalidae

Género: *Daptonema*  
(Cobb, 1920)



**Figura 5** *Daptonema* (Cobb, 1920)

Reino: Animalia

Phylum: Nemátoda

Clase: Adenophorea

Subclase: Chromadoria

Orden: Monhysterida

Familia: Xyalidae

Género: *Cobbia* (De Man, 1907)



**Figura 6** *Cobbia* (De Man, 1907)

Reino: Animalia

Phylum: Nemátoda

Clase: Adenophorea

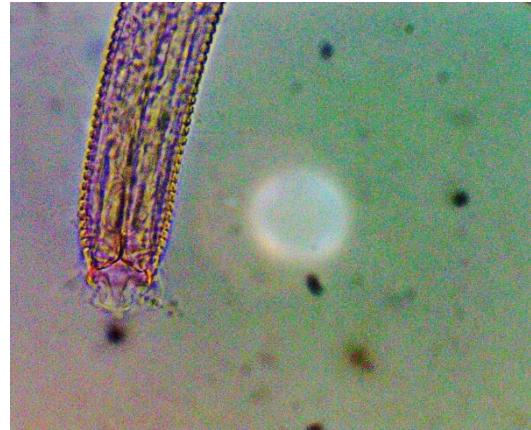
Subclase: Chromadoria

Orden: Monhysterida

Familia: Xyalidae

Género: *Gonionchus* n. sp. aff.

(Cobb, 1920)



**Figura 7** *Gonionchus* (Cobb, 1920)

Reino: Animalia

Phylum: Nemátoda

Clase: Adenophorea

Subclase: Chromadoria

Orden: Monhysterida

Familia: Xyalidae

Género: *Promonhystera* n.  
sp. aff. (Wieser, 1956)



**Figura 8** *Promonhystera* (Wieser, 1956)

Reino: Animalia

Phylum: Nemátoda

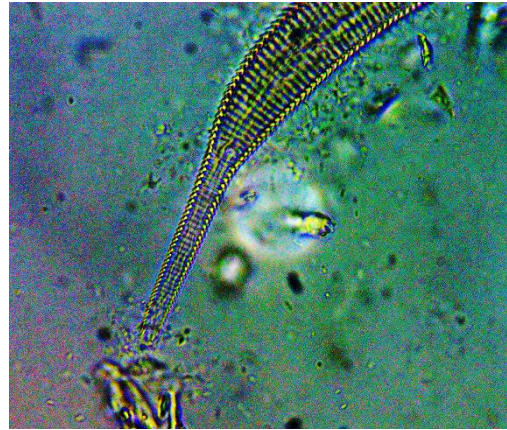
Clase: Adenophorea

Subclase: Chromadoria

Orden: Monhysterida

Familia: Xyalidae

Género: *Prorhynchonema* n. sp.  
aff. (Gourbault, 1982)



**Figura 9** *Prorhynchonema* (Gourbault, 1982)

Reino: Animalia

Phylum: Nemátoda

Clase: Adenophorea

Subclase: Chromadoria

Orden: Monhysterida

Familia: Xyalidae

Género: *Retrotheristus* n. sp.  
aff. (Lorenzen, 1977)



**Figura 10** *Retrotheristus* (Lorenzen, 1977)

Reino: Animalia

Phylum: Nemátoda

Clase: Adenophorea

Subclase: Chromadoria

Orden: Monhysterida

Familia: Xyalidae

Género: *Paramonohystera* n.  
sp. aff. (Steiner, 1916)



**Figura 11** *Paramonohystera* (Steiner, 1916)

Reino: Animalia

Phylum: Nemátoda

Clase: Adenophorea

Subclase: Chromadoria

Orden: Monhysterida

Familia: Xyalidae

Género: *Stylotheristus* n. sp. aff.  
(Lorenzen, 1977)



**Figura 12** *Stylotheristus* (Lorenzen, 1977)

Reino: Animalia

Phylum: Nemátoda

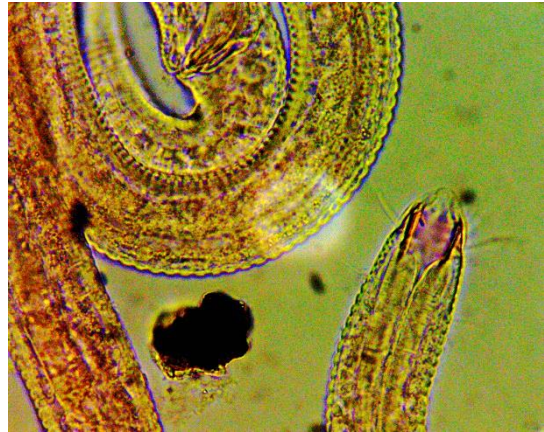
Clase: Adenophorea

Subclase: Chromadoria

Orden: Monhysterida

Familia: Xyalidae

Género: *Omicronema*  
(Cobb, 1920)



**Figura 13** *Omicronema* (Cobb, 1920)

Reino: Animalia

Phylum: Nemátoda

Clase: Adenophorea

Subclase: Chromadoria

Orden: Monhysterida

Familia: Xyalidae

Género: *Echinotheristus* n. sp. aff.  
(Thun and Reimann, 1967)



**Figura 14** *Echinotheristus* (Thun and Reimann, 1967)

Reino: Animalia

Phylum: Nemátoda

Clase: Adenophorea

Subclase: Chromadoria

Orden: Monhysterida

Familia: Xyalidae

Género: *Xenolaimus* n. sp. aff.  
(Cobb, 1920)



**Figura 15** *Xenolaimus* (Cobb, 1920)

Reino: Animalia

Phylum: Nemátoda

Clase: Adenophorea

Subclase: Chromadoria

Orden: Monhysterida

Familia: Xyalidae

Género: *Amphimonhystrella* n. sp.  
aff. (Allgen, 1929)



**Figura 16** *Amphimonhystrella* (Allgen, 1929)



Reino: Animalia

Phylum: Nemátoda

Clase: Adenophorea

Subclase: Chromadoria

Orden: Monhysterida

Familia: Xyalidae

Género: *Metadesmolaimus* n. sp.  
aff. (Stekhoven, 1935)



**Figura 17** *Metadesmolaimus* (Stekhoven, 1935)

Reino: Animalia

Phylum: Nemátoda

Clase: Adenophorea

Subclase: Chromadoria

Orden: Monhysterida

Familia: Xyalidae

Género: *Ammotheristus*  
(Lorenzen, 1977)



**Figura 18** *Ammotheristus* (Lorenzen, 1977)

Reino: Animalia

Phylum: Nemátoda

Clase: Adenophorea

Subclase: Chromadoria

Orden: Monhysterida

Familia: Xyalidae

Género: *Trichotheristus*  
(Weiser, 1956)



**Figura 19** *Trichotheristus* (Weiser, 1956)

➤ **Familia Monhysteridae**

Reino: Animalia

Phylum: Nemátoda

Clase: Adenophorea

Subclase: Chromadoria

Orden: Monhysterida

Familia: Monhysteridae

Género: *Monhystera* n. sp. aff.  
(Bastian, 1865)



**Figura 20** *Monhystera* (Bastian, 1865)

Reino: Animalia

Phylum: Nemátoda

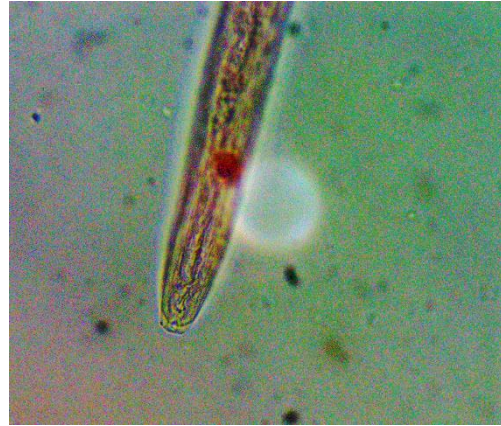
Clase: Adenophorea

Subclase: Chromadoria

Orden: Monhysterida

Familia: Monhysteridae

Género: *Diplolaimella* n. sp. aff.  
(Allgén, 1929)



**Figura 21** *Diplolaimella* (Allgén, 1929)

Reino: Animalia

Phylum: Nemátoda

Clase: Adenophorea

Subclase: Chromadoria

Orden: Monhysterida

Familia: Monhysteridae

Género: *Gammarinema* n. sp. aff.  
(Kinne and Gerlach, 1865)



**Figura 22** *Gammarinema* (Kinne and Gerlach, 1865)

➤ **Familia Selachinematidae**

Reino: Animalia

Phylum: Nemátoda

Clase: Adenophorea

Subclase: Chromadoria

Orden: Chromadorida

Familia: Selachinematidae

Género: *Latronema* n. sp.  
aff. (Wieser, 1954)



**Figura 23** *Latronema* (Wieser, 1954)

➤ **Familia Linhomoeidae**

Reino: Animalia

Phylum: Nemátoda

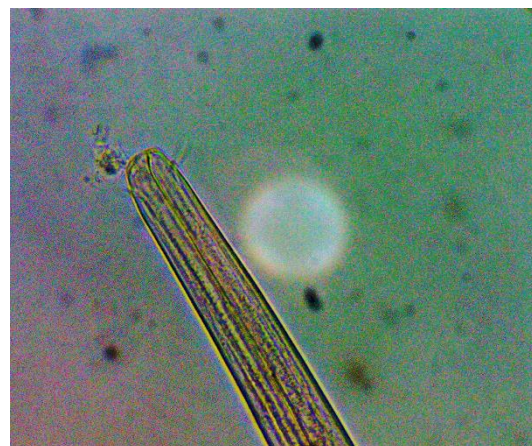
Clase: Adenophorea

Subclase: Chromadoria

Orden: Monhysterida

Familia: Linhomoeidae

Género: *Disconema*  
(Filipjev, 1918)



**Figura 24** *Disconema* (Filipjev, 1918)

Reino: Animalia

Phylum: Nemátoda

Clase: Adenophorea

Subclase: Chromadoria

Orden: Monhysterida

Familia: Linhomoeidae

Género: *Metalinhomoeus* n. sp.  
aff. (Filipjev, 1918)



**Figura 25** *Metalinhomoeus* (Filipjev, 1918)

Reino: Animalia

Phylum: Nemátoda

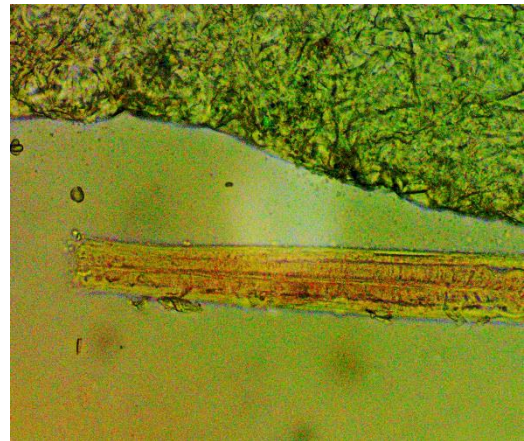
Clase: Adenophorea

Subclase: Chromadoria

Orden: Monhysterida

Familia: Linhomoeidae

Género: *Megadesmolaimus* n.  
sp. aff. (Wieser, 1954)



**Figura 26** *Megadesmolaimus* (Wieser, 1954)

➤ **Familia Desmodoridae**

Reino: Animalia

Phylum: Nemátoda

Clase: Adenophorea

Subclase: Chromadoria

Orden: Chromadorida

Familia: Desmodoridae

Género: *Chromaspirina*  
(Filipjev, 1918)



**Figura 27** *Chromaspirina* (Filipjev, 1918)

Reino: Animalia

Phylum: Nemátoda

Clase: Adenophorea

Subclase: Chromadoria

Orden: Chromadorida

Familia: Desmodoridae

Género: *Metachromadora*  
(Filipjev, 1918)



**Figura 28** *Metachromadora* (Filipjev, 1918)

Reino: Animalia

Phylum: Nemátoda

Clase: Adenophorea

Subclase: Chromadoria

Orden: Chromadorida

Familia: Desmodoridae

Género: *Polysigma* (Cobb, 1920)



**Figura 29** *Polysigma* (Cobb, 1920)

Reino: Animalia

Phylum: Nemátoda

Clase: Adenophorea

Subclase: Chromadoria

Orden: Chromadorida

Familia: Desmodoridae

Género: *Spirinia* (Gerlach, 1963)



**Figura 30** *Spirinia* (Gerlach, 1963)

➤ **Familia Chromadoridae**

Reino: Animalia

Phylum: Nemátoda

Clase: Adenophorea

Subclase: Chromadoria

Orden: Chromadorida

Familia: Chromadoridae

Género: *Chromadorella* n. sp.  
aff. (Filipjev, 1918)



**Figura 31** *Chromadorella* (Filipjev, 1918)

➤ **Familia Anoplostomatidae**

Reino: Animalia

Phylum: Nemátoda

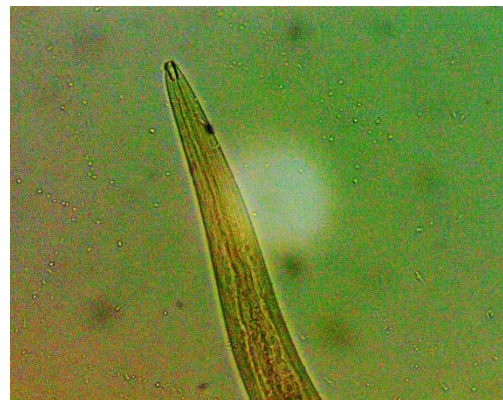
Clase: Adenophorea

Subclase: Enoplia

Orden: Enoplida

Familia: Anoplostomatidae

Género: *Anoplostoma* (Butschli, 1874)



**Figura 32** *Anoplostoma* (Butschli, 1874)



➤ **Familia Ceramonematidae**

Reino: Animalia

Phylum: Nemátoda

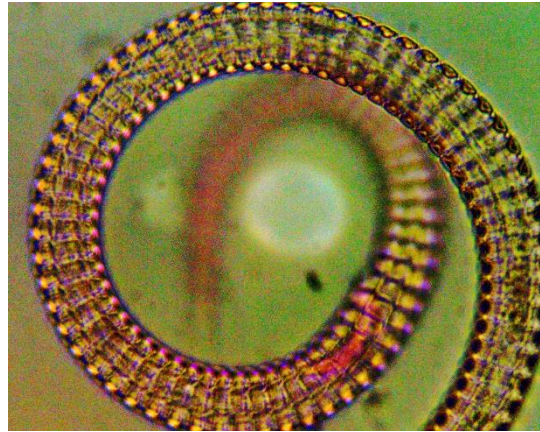
Clase: Adenophorea

Subclase: Chromadoria

Orden: Chromadorida

Familia: Ceramonematidae

Género: *Pselionema* n. sp. aff.  
(Cobb, 1933)



**Figura 33** *Pselionema* (Cobb, 1933)

➤ **Familia Phanodermatidae**

Reino: Animalia

Phylum: Nemátoda

Clase: Adenophorea

Subclase: Enoplia

Orden: Enoplida

Familia: Phanodermatidae

Género: *Phanoderma* n. sp. aff.  
(Cobb, 1920)



**Figura 34** *Phanoderma* (Cobb, 1920)

➤ **Familia Oncholaimidae**

Reino: Animalia

Phylum: Nemátoda

Clase: Adenophorea

Subclase: Enoplia

Orden: Enoplida

Familia: Oncholaimidae

Género: *Viscosia*  
(De Man, 1890)



**Figura 35** *Viscosia* (De Man, 1890)

Reino: Animalia

Phylum: Nemátoda

Clase: Adenophorea

Subclase: Enoplia

Orden: Enoplida

Familia: Oncholaimidae

Género: *Metoncholaimus* n. sp.  
aff. (Filipjev, 1918)



**Figura 36** *Metoncholaimus* (Filipjev, 1918)

Reino: Animalia

Phylum: Nemátoda

Clase: Adenophorea

Subclase: Enoplia

Orden: Enoplida

Familia: Oncholaimidae

Género: *Adoncholaimus* n. sp.  
aff. (Filipjev, 1918)



**Figura 37** *Adoncholaimus* (Filipjev, 1918)

Reino: Animalia

Phylum: Nemátoda

Clase: Adenophorea

Subclase: Enoplia

Orden: Enoplida

Familia: Oncholaimidae

Género: *Prooncholaimus* n. sp.  
aff. (Micoletzky, 1924)



**Figura 38** *Prooncholaimus* (Micoletzky, 1924)

➤ **Familia Enchelidiidae**

Reino: Animalia

Phylum: Nemátoda

Clase: Adenophorea

Subclase: Enoplia

Orden: Enoplida

Familia: Enchelidiidae



Género: *Belbolla* (Andrassy, 1973) **Figura 39** *Belbolla* (Andrassy, 1973)

Reino: Animalia

Phylum: Nemátoda

Clase: Adenophorea

Subclase: Enoplia

Orden: Enoplida

Familia: Enchelidiidae



Género: *Eurystomina*  
(Andrassy, 1973)

**Figura 40** *Eurystomina* (Andrassy, 1973)

Reino: Animalia

Phylum: Nemátoda

Clase: Adenophorea

Subclase: Enoplia

Orden: Enoplida

Familia: Enchelidiidae

Género: *Pareurystomina* n. sp.  
aff. (Micoletzky, 1930)



**Figura 41** *Pareurystomina* (Micoletzky, 1930)

Reino: Animalia

Phylum: Nemátoda

Clase: Adenophorea

Subclase: Enoplia

Orden: Enoplida

Familia: Enchelidiidae

Género: *Polygastrophora* n. sp.  
aff. (De Man, 1922)



**Figura 42** *Polygastrophora* (De Man, 1922)

Reino: Animalia

Phylum: Nemátoda

Clase: Adenophorea

Subclase: Enoplia

Orden: Enoplida

Familia: Enchelidiidae

Género: *Bathyeurystomina* n.  
sp. aff. (Lamshead and Platt, 1979)



**Figura 43** *Bathyeurystomina*  
(Lamshead and Platt, 1979)

Reino: Animalia

Phylum: Nemátoda

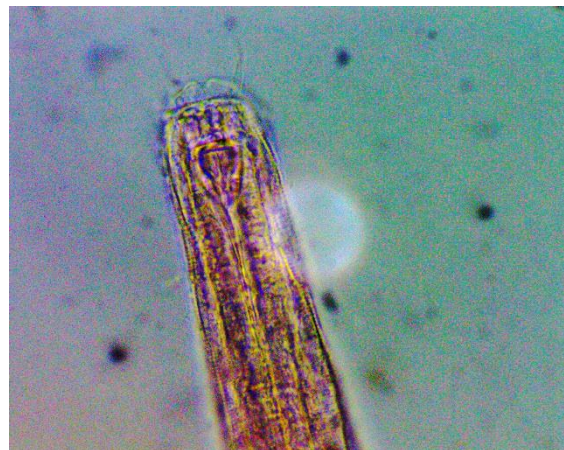
Clase: Adenophorea

Subclase: Enoplia

Orden: Enoplida

Familia: Thoracostomopsidae

Género: *Enoplolaimus*  
(De Man, 1893)



**Figura 44** *Enoplolaimus* (De Man, 1893)

➤ **Familia Siphonolaimidae**

Reino: Animalia

Phylum: Nemátoda

Clase: Adenophorea

Subclase: Chromadoria

Orden: Monhysterida

Familia: Siphonolaimidae

Género: *Siphonolaimus*  
(De Man, 1893)



**Figura 45** *Siphonolaimus* (De Man, 1893)

➤ **Familia Leptosomatidae**

Reino: Animalia

Phylum: Nemátoda

Clase: Adenophorea

Subclase: Chromadoria

Orden: Monhysterida

Familia: Leptosomatidae

Género: *Thoracostoma*  
(Marion, 1870)

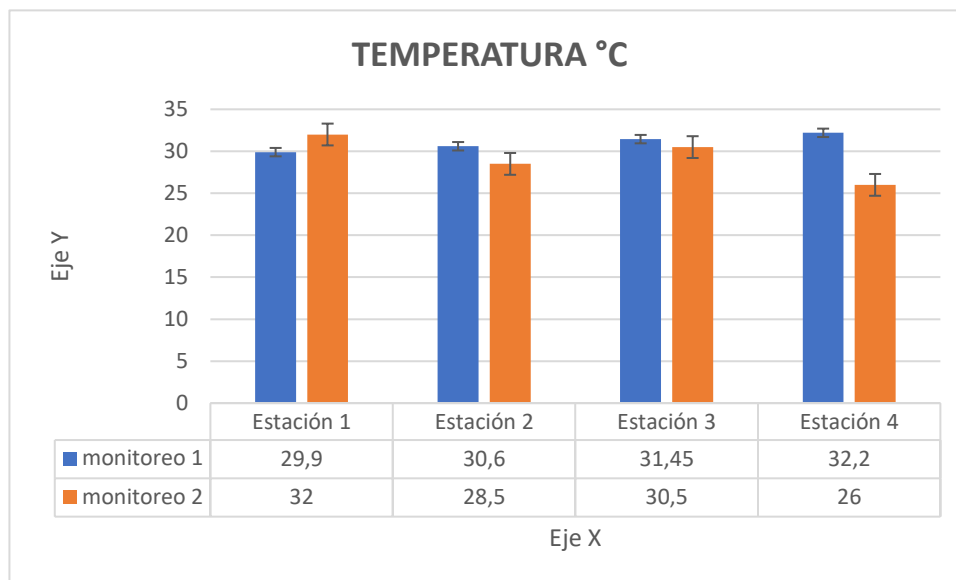


**Figura 46** *Thoracostoma* (Marion, 1870)

## Datos de parámetros fisicoquímicos

### Temperatura registrada *in situ*

Los datos térmicos fueron tomados en campo durante las dos etapas de muestreo haciendo uso de un termómetro de alcohol, se procedió a extraer una muestra de sedimento e inmediatamente se le colocó el medidor de temperatura, la siguiente (figura 47) muestra los valores procedentes de ambos monitoreos.

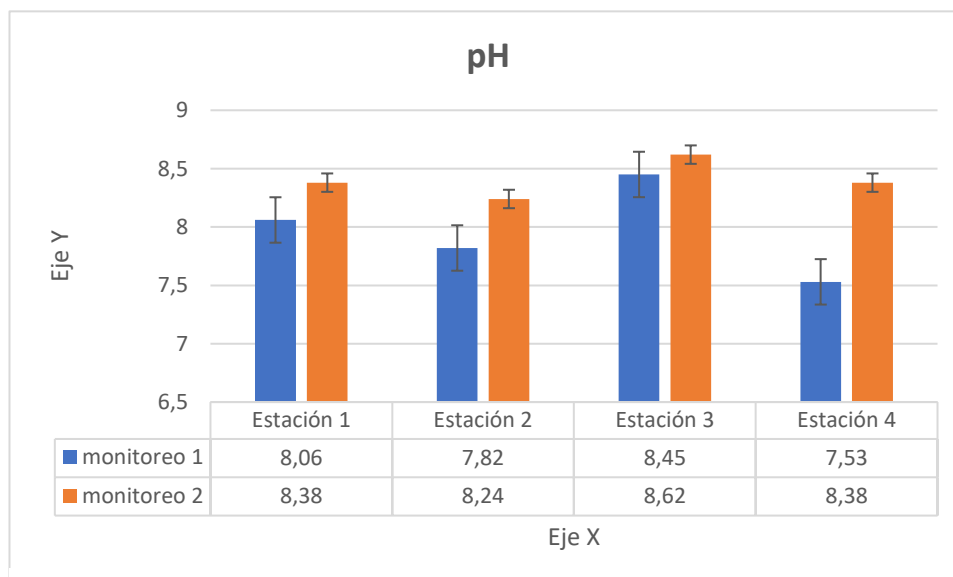


**Figura 47** Datos de temperatura (Monitoreo 1 y 2)



## pH

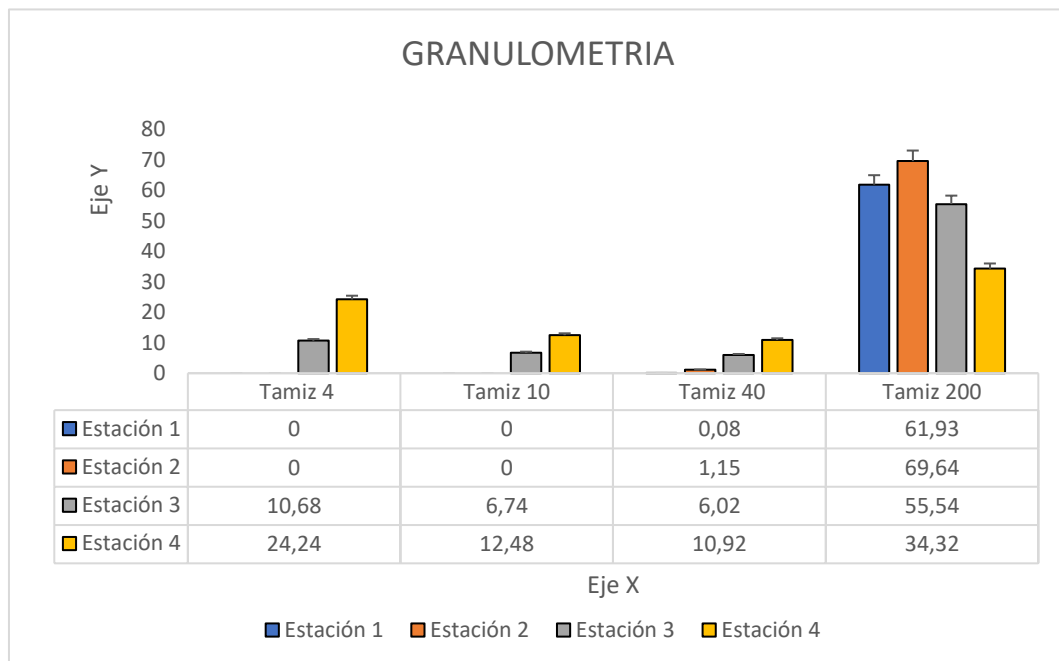
Los valores de potencial hidrógeno fueron obtenidos recolectando muestras de sedimento procedentes del sitio de análisis por cada estación y procesadas en laboratorio mediante disolución con agua destilada (método estándar), los datos obtenidos variaron aproximadamente por una unidad entre las estaciones del monitoreo 1, mientras que, en la segunda colecta no se manifestó dicho evento, manteniendo un pH con valor 8 en adelante (figura 48).



**Figura 48** Valores de pH (monitoreo 1 y 2)

## Granulometría

El análisis granulométrico se efectuó aplicando un procedimiento estándar de calcinación para eliminar la humedad y materia orgánica presentes, el proceso de tamizado se ejecutó con las mallas #4, #10, #40 y #200, obteniendo valores porcentuales en gramos por cada tamiz en las diferentes estaciones, las cuales se muestran a continuación en la siguiente gráfica (figura 49).



**Figura 49** Análisis granulométrico, método de tamizado (monitoreo 1)

Las partículas retenidas en el tamiz #200 evidencian una considerable composición de “arena media” en el sedimento de todas las estaciones analizadas, excepto en la estación 2 donde se manifiesta una “arena gruesa”. No obstante, se obtuvieron diferentes tamaños de grano y composición en el resto de los tamices aplicando la curva de granulometría (tabla 4).

**Tabla 4**

Tipos de sedimentos obtenidos por análisis granulométrico (Monitoreo 1)

<b>monitoreo 1</b>	<b>Granulometría</b>		<b>monitoreo 1</b>		<b>Granulometría</b>
<b>Estaciones</b>	<b>Tamiz 4 %</b>	<b>sedimento</b>	<b>Estaciones</b>	<b>Tamiz 40 %</b>	<b>sedimento</b>
E1	0	-	E1	0,08	Arena muy fina
E2	0	-	E2	1,15	Arena muy fina
E3	10,68	arena muy fina	E3	6,02	arena muy fina
E4	24,24	arena fina	E4	10,92	arena media
<b>monitoreo 1</b>	<b>Granulometría</b>		<b>monitoreo 1</b>		<b>Granulometría</b>
<b>Estaciones</b>	<b>Tamiz 10 %</b>	<b>sedimento</b>	<b>Estaciones</b>	<b>Tamiz 200 %</b>	<b>sedimento</b>
E1	0	-	E1	61,93	arena media
E2	0	-	E2	69,64	arena gruesa
E3	6,74	arena muy fina	E3	55,54	arena media
E4	12,48	arena media	E4	34,32	arena media

La etapa 2 de muestreo presumiblemente presentó variaciones significativas y notorias en la composición granulométrica de la zona estudiada, debido a condiciones de oleaje fuertes y continuas que se dieron previamente a la recolección de muestras, el análisis granulométrico realizado para el monitoreo 2 reveló nuevos valores en la composición del sedimento de arena de todas las estaciones estudiadas (figura 50).

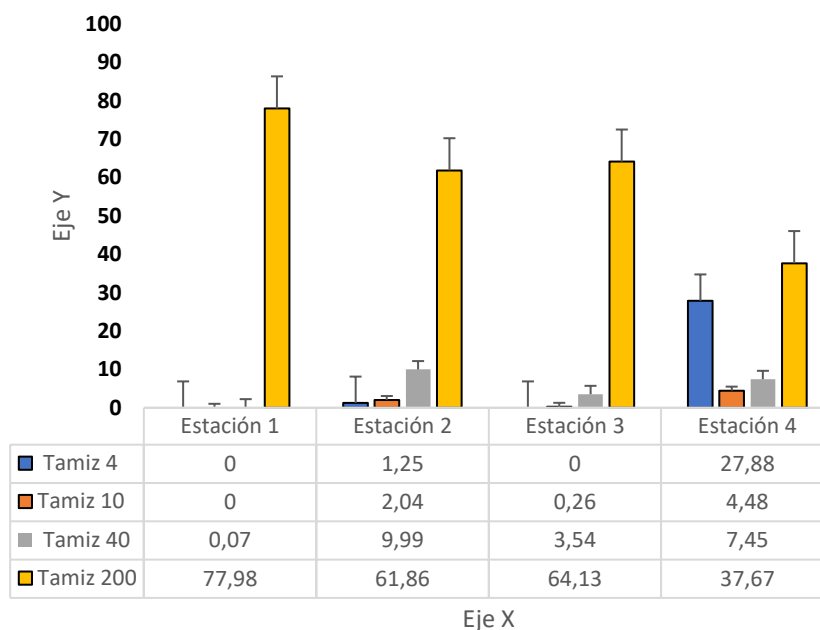


Figura 50 Análisis granulométrico, método de tamizado (monitoreo 2)

Tabla 5 tipos de sedimentos presentes durante monitoreo 2

monitoreo 2		Granulometría		monitoreo 2		Granulometría	
Estaciones	Tamiz 4 %	sedimento	Estaciones	Tamiz 40 %	sedimento	Estaciones	Tamiz 40 %
E1	0	0	E1	0,07	arena muy fina	E1	0,07
E2	1,25	arena muy fina	E2	9,99	arena muy fina	E2	9,99
E3	0	0	E3	3,54	arena muy fina	E3	3,54
E4	27,88	arena media	E4	7,45	arena muy fina	E4	7,45

monitoreo 2		Granulometría		monitoreo 2		Granulometría	
Estaciones	Tamiz 10 %	sedimento	Estaciones	Tamiz 200 %	sedimento	Estaciones	Tamiz 200 %
E1	0	0	E1	77,98	arena gruesa	E1	77,98
E2	2,04	arena muy fina	E2	61,86	arena gruesa	E2	61,86
E3	0,26	arena muy fina	E3	64,13	arena gruesa	E3	64,13
E4	4,48	arena muy fina	E4	37,67	arena media	E4	37,67

## **2.2. Abundancia de organismos registrados**

Durante el estudio se analizaron un total de 1690 ejemplares, 723 individuos en el primer monitoreo y 967 organismos en la segunda fase. Los análisis ejecutados en cada estación mostraron que, el género *Metachromadora* presenta una abundancia relativa correspondiente a un valor en porcentaje resultante al 37% de las muestras, mientras que el segundo género más abundante está representado por *Anoplostoma*, dando un valor de 15%.

En referencia a la distribución *Metachromadora* se encuentra ampliamente distribuido en todas las estaciones registrado durante el monitoreo 1, seguido del género *Anoplostoma*. La data previamente analizada establece a *Metachromadora* con una distribución del 27%, 77%, 41% y 8% en las estaciones 1,2,3 y 4 respectivamente. Siendo mayor su abundancia en la estación 2 durante la primera colecta de muestras.

### **Índice de Simpson**

Se estableció la dominancia por monitoreos, dado así que durante el muestreo 1 del monitoreo 1, la estación 2 ( $\lambda = 0,16$  bits) se presentó como la más dominante en cuanto a organismos analizados ( $\lambda = 0,12$  bits), a diferencia de la muestra 2 que presentó a la estación 3 como la más dominante en cuanto a especímenes analizados. Para el monitoreo 2, durante la muestra 1 se determinó a la estación 1 ( $\lambda = 0,10$  bits) como la más dominante en cuanto a géneros analizados, en cambio, la muestra 2 obtuvo mayor dominancia en la estación 2 ( $\lambda = 0,10$  bits). De igual manera, se realizó el cálculo de dominancia por géneros, resultando el género *Metachromadora* como el más dominante entre todas las estaciones. Cabe destacar, que no hubo diferencias significativas en cuanto a dominancia entre las estaciones de muestreo.

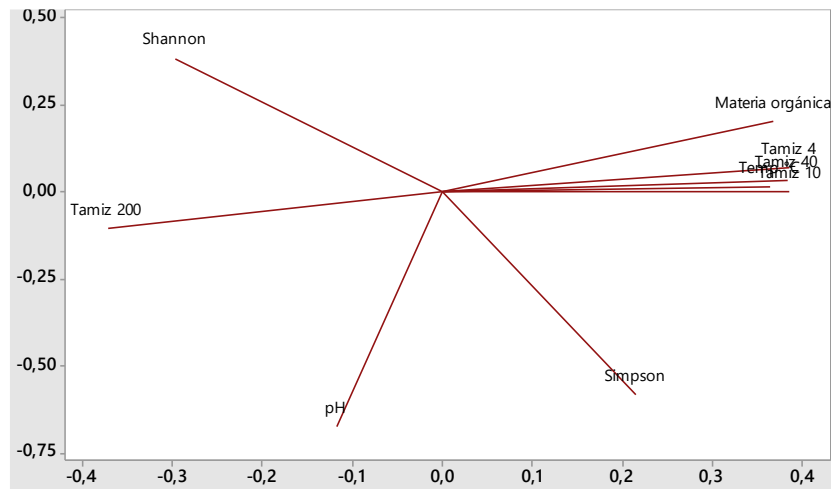
### **Índice de Shannon – Wiener**

El índice de Shannon - Wiener nos enseña cómo es la distribución de las especies en un área determinada (riqueza específica). Durante el monitoreo 1 en su muestra 1 obtuvo el valor más alto para la estación 2 ( $H' = 0,36$  bits) en cuanto a la distribución de organismos, a diferencia del monitoreo 2 dónde la estación 1 de la muestra 1 ( $H' = 0,36$  bits) y estación 2 de la muestra 2 ( $H' = 0,36$  bits) como los valores más altos en distribución.

*Metachromadora* fue el género más ampliamente distribuido entre las estaciones del monitoreo 1 según el promedio general de  $H' = 0,35$  bits. Cabe mencionar, que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las estaciones y los géneros estudiados.

### **3.3. Relación entre la abundancia de nemátodos y las variables ambientales**

Con los datos obtenidos de materia orgánica, temperatura, pH y granulometría en dos monitoreos se realizó un análisis Componentes principales (PCA). Uno de los objetivos de este tipo de análisis estadístico es reducir la dimensión de los datos. Como se observa en la gráfica del monitoreo 1 existe una alta correlación positiva entre los Tamices 40, 4 y 10 respectivamente ( $r=0,602$ ), es decir, no existe diferencias entre las mismas y su uso (Figura 51).



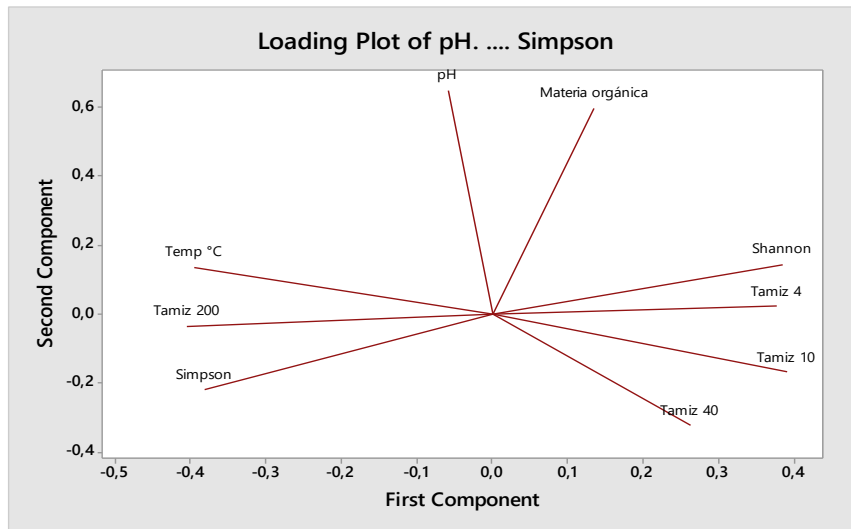
Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7
pH	-0,191	0,937	0,212	-0,124	0,157	-0,007	0,020
Materia orgánica	0,404	-0,144	0,251	-0,249	0,791	-0,230	0,112
Temp °C	0,386	0,198	-0,693	-0,389	-0,134	-0,050	0,401
Tamiz 4	0,409	0,076	0,066	0,115	0,089	0,893	-0,064
Tamiz 40	0,405	0,150	-0,181	-0,018	-0,077	-0,236	-0,848
Tamiz 10	0,404	0,183	0,024	0,800	-0,051	-0,280	0,286
Tamiz 200	-0,397	0,013	-0,612	0,344	0,561	0,115	-0,147

**Figura 51** PCA de data de nemátoda registrada en el presente estudio. Monitoreo 1

Así mismo, se observó que hay relación en la distribución de las especies y los tamices utilizados ya que el índice de Simpson ( $r=0,550$ ) muestra una mediana correlación entre los tamices. No así el tamiz 200 el cual no presenta ninguna relación entre los índices y los demás tamices usados en granulometría para el monitoreo 1.

Como se observa en la figura del monitoreo 2 existe una mediana correlación positiva entre los Tamices 40, 4 y 10 respectivamente ( $r=0,431$ ), es decir existe una ligera diferencia entre las mismas y su uso (Figura 52).





Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9
pH	-0,059	0,648	-0,128	0,351	-0,329	0,409	0,365	-0,136	0,096
Materia orgánica	0,136	0,597	-0,328	-0,471	0,376	-0,322	-0,087	-0,204	0,044
Temp °C	-0,395	0,134	0,147	0,274	0,670	0,367	-0,329	0,097	0,167
Tamiz 4	0,378	0,022	0,462	-0,002	0,431	-0,033	0,659	0,148	0,030
Tamiz 40	0,263	-0,325	-0,733	0,102	0,203	0,213	0,192	0,195	0,341
Tamiz 10	0,391	-0,170	0,103	-0,231	0,064	0,574	-0,160	-0,615	-0,128
Tamiz 200	-0,405	-0,036	0,049	-0,715	-0,126	0,387	0,228	0,289	0,137
Shannon	0,385	0,142	0,298	-0,057	-0,231	0,004	-0,360	0,200	0,719
Simpson	-0,382	-0,222	0,057	0,030	0,023	-0,261	0,270	-0,606	0,540

**Figura 52** Análisis de componentes principales del Monitoreo 2

Se aprecia que no existe correlación entre la distribución a través de los índices de diversidad de los organismos y la granulometría, no así entre los parámetros como pH ( $r = 0,385$ ) que presenta una ligera correlación, así como con la materia orgánica y el pH ( $r = 0,648$ ) que presenta alta correlación pudiendo deberse a que los parámetros influyen en la distribución de los géneros identificados.

### 3. DISCUSIÓN

Cruz (1998) en su estudio sobre meiofauna en el Golfo de Guayaquil, estableció una alta abundancia del filo Nemátoda en el área de estudio; no obstante, hay que considerar que las condiciones fisicoquímicas del hábitat son distintas a un ecosistema costero y de ahí la posible diferencia en abundancia de organismos entre una y otra zona.

Xyalidae y Enchelidiidae fueron las familias más representativas en los dos monitoreos efectuados, mientras que, los géneros más importantes reportados en este estudio fueron *Metachromadora* y *Anoplostoma*. Calles et al, (2002) obtuvieron comunidades estructuradas por *Metachromadora* y *Daptonema* como géneros dominantes durante su estudio en la localidad de San Pedro de Manglaralto durante los años 2000 y 2001.

Dichos grupos también fueron mencionados por Muñoz Darwin (2014). El mismo autor señala, que la cantidad de materia orgánica presente en los sedimentos, ya sea procedente de factores antropogénicos o naturales, pueden afectar significativamente la composición de la meiofauna. Yáñez (2015) expresa, que de acuerdo con el índice de madurez de Bogers, la familia Xyalidae presenta caracteres colonizadores de oportunidad ante variaciones climáticas y contaminación, lo cual parece ir en contraste con lo obtenido en el presente estudio, donde la misma familia se mantenía dominante frente a fuertes condiciones de oleaje del área de estudio.

La abundancia de nemátodos se ve ampliamente expresada en el perfil costero ecuatoriano. Es así que Larreategui Murillo (2019) concluye, que en las zonas estudiadas pertenecientes a San Pedro y Salinas, nemátoda es el filo más abundante presentándose en todas las estaciones, meses y años de muestreo, tal situación podría compararse con lo registrado en Ayampe, aunque para ello se propone aplicar similares dinámicas temporales para un posterior análisis. La abundancia de organismos colectados presenta un tamaño considerable de muestra entre géneros, lo cual no solo ayuda a la extracción de los organismos, sino también en su identificación(Christophe, 2021).

De acuerdo con Heip et al. (1985) el estado estructural del sedimento condiciona la diversidad de especies de nemátodos, sin embargo, Santos et al. (2019) exponen, en base a sus estudios, que la composición volumétrica de los residuos de arena no resulta un elemento representativo en la distribución de los nemátodos marinos. Por otro lado, Song et al. (2022) determinan que, la disposición taxonómica de los nemátodos podría relacionarse con el tamaño de las partículas del sedimento del hábitat. León Mateo (2022) en su estudio dentro de las playas Punta Napo, Briceño y Canoa de la provincia de Manabí frente al fenómeno del Niño 2015-2016, menciona, que la variable de granulometría se halló estrechamente relacionada con la densidad de los nemátodos hallados en dichas áreas, exceptuando en la playa Punta napo.

El presente trabajo, se registró una baja y mediana correlación entre las variables granulométricas respecto de los demás parámetros estudiados, lo cual sugiere, que la diversidad y abundancia de los organismos en cuestión, está sujeta a las condiciones granulométricas del medio y no estrictamente ligadas al pH, temperatura y materia orgánica. Yamamuro, (2000) manifiesta que, el aumento térmico en épocas de baja temperatura genera anoxia en las aguas marinas, lo cual, reduce la abundancia de organismos meiobentónicos, en contraste, la reducción de temperatura en periodos fríos, incentiva procesos reproductivos y aumento del meiobentos.

Aunque, la reducción de oxígeno en áreas intersticiales, en conjunto con el escaso contenido de alimento en la depresión del sedimento, acarrearán en consecuentes adaptaciones morfológicas, estrechamente relacionadas con los factores ecológicos, por ende, los cambios fisiológicos en los nemátodos. Los conglomerados de arena, con una alta disponibilidad de oxígeno, afecta la abundancia de estos organismos. (Soetaert et al., 2002). Esto incentiva a la disminución paulatina de la materia orgánica, pieza fundamental para el desarrollo de los nemátodos en los intersticios. Puede que la granulometría sea condicionadora para dar pasos a estos procesos. No obstante, el área de estudio presentó una arena con caracteres de arena fina, pudiendo observarse diferencias en abundancia a pesar de que la composición granulométrica sea similar entre estaciones.

#### 4. CONCLUSIONES

Ayampe es un área costera que presenta una abundancia altamente significativa para el estudio de nemátodos de vida libre, Xyalidae se registró como la familia dominante en todas las colectas efectuadas, presentando un mayor número de representantes en el primer monitoreo. El género *Metachromadora* se halló de manera consecuente en las estaciones del área de estudio implicando ser más ampliamente distribuido y el más dominante entre distintas estaciones. Se registraron un total de 36 géneros de nemátoda en la primera colecta, las cuales se encuentran distribuidas en 13 familias.

Los factores fisicoquímicos del hábitat resultaron no estar altamente correlacionados con la distribución de los organismos presentes en el área de estudio. En el caso de la granulometría, se presentaron variaciones considerables en su estructura, las cuales influyeron en la distribución de los especímenes, los datos demuestran una alta y media correlación entre las estaciones estudiadas.

La abundancia y diversidad entre las estaciones tanto del primer y segundo monitoreo no presentaron diferencias significativas, mas, no obstante, si se manifestó una baja biodiversidad entre las estaciones demostrando la supremacía de ciertos géneros.

## 5. RECOMENDACIONES

- Se propone extender el tiempo de estudio relacionado a organismos bentónicos, dado que tanto el procedimiento como la identificación y observación en estos grupos demoran más allá de los tres meses.
- Es importante ampliar análisis enfocados en el estudio de los factores ambientales más variantes dentro del área de estudio, tales como, la energía de oleaje y temperatura, esto podría ayudar a comprender la variabilidad granulométrica de la zona en cuestión.
- Realizar nuevos estudios a nivel genético en los organismos recolectados, para comprender con exactitud qué condiciones genéticas presentan los mismos.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Aller, R. C., & Aller, J. Y. (1992). Meiofauna and solute transport in marine muds. *Limnology and oceanography*, 37(5), 1018-1033.
- Aramayo, V. (2018). Abundancia meiofaunal en sedimentos arenosos de una bahía somera, costa central peruana. 33(1).
- Armenteros, M., González Sansón, G., & Lalana, R. (2003). Composición y abundancia del meiobentos en un sector sublitoral de Ciudad de La Habana, Cuba. *Revista de Investigaciones Marinas*, 24(1), Article 1.
- Badii, M. H., Landeros, J., & Cerna, E. (2008). Patrones de asociación de especies y sustentabilidad. *Revista Daena (International Journal of Good Conscience)*, 3(1).
- Baldrighi, E., Grall, J., Quillien, N., Carriço, R., Verdon, V., & Zeppilli, D. (2019). Meiofauna communities' response to an anthropogenic pressure: The case study of green macroalgal bloom on sandy beach in Brittany. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 227, 106326. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2019.106326>
- Barry, J. P., Buck, K. R., Lovera, C. F., Kuhnz, L., Whaling, P. J., Peltzer, E. T., Walz, P., & Brewer, P. G. (2004). Effects of direct ocean CO<sub>2</sub> injection on deep-sea meiofauna. *Journal of Oceanography*, 60(4), 759-766.
- Ben-Dor, E., & Banin, A. (1989). Determination of organic matter content in arid-zone soils using a simple "loss-on-ignition" method. *Communications in*

*Soil Science and Plant Analysis*, 20(15-16), 1675-1695.  
<https://doi.org/10.1080/00103628909368175>

Bhadury, P., Austen, M. C., Bilton, D. T., Lambshead, P. J. D., Rogers, A. D., & Smerdon, G. R. (2008). Evaluation of combined morphological and molecular techniques for marine nematode (*Terschellingia* spp.) identification. *Marine Biology*, 154(3), 509-518.

Bonaglia, S., Hedberg, J., Marzocchi, U., Iburg, S., Glud, R. N., & Nascimento, F. J. (2020). Meiofauna improve oxygenation and accelerate sulfide removal in the seasonally hypoxic seabed. *Marine environmental research*, 159, 104968.

Calles, A., Cornejo, M., Degraer, S., & Vincx, M. (2002). *Temporal variability in the composition and biodiversity of free-living marine nematodes in a tropical beach (Ecuador)*.

Calles, A., Vincx, M., Cornejo, P., & Calderon, J. (2005). Patterns of meiofauna (especially nematodes) in physical disturbed Ecuadorian sandy beaches. *Meiofauna Marina*, 14, 121-129.

Calles Procel, A. K., & Vincx, M. (2009). *Biodiversity of the meiobenthos of sandy beaches in Ecuador with emphasis on free-living marine nematodes* [B.S. thesis].

Christophe, C. (2021). *MODELLING THE EFFECTS OF CHANGING ENVIRONMENTAL CONDITIONS ON FREE-LIVING MARINE NEMATODES USING DYNAMIC ENERGY BUDGET THEORY* [PhD Thesis]. Ghent University.



- Cifuentes, J., Torres, M., & Frías, M. (1997). El océano y sus recursos II. *Las ciencias del Mar: oceanografía geológica y oceanografía química. México.*
- Cornejo-Rodriguez, M. H. (2006). *Meiobenthic communities in shrimp production ponds (Ecuador)* [PhD thesis,]. UGent Belgium.
- Cruz, M. (1998). *Estudio del meiobentos en el Golfo de Guayaquil, (Río Guayas, Canal Cascajal y Estero Salado), Ecuador, en agosto de 1996.*
- Cruz, M. (2002). *Meiofauna del Golfo de Guayaquil, Ecuador (Río Guayas, Canal Cascajal y Estero Salado), obtenida en abril de 1997.*
- de Jesús Navarrete, A., Rivera, J. J. O., Beltrán, V. V., & López, N. Q. (2000). Distribución de los sedimentos en la Bahía de Chetumal, Quintana Roo, Mexico. *Hidrobiológica*, 10(1), 61-68.
- Del Río, M., Montes, F., Cañellas, I., & Montero, G. (2003). Revisión: Índices de diversidad estructural en masas forestales. *Investigación agraria: Sistemas y recursos forestales*, 12(1), 159-176.
- Fiallos, G. (2021). La Correlación de Pearson y el proceso de regresión por el Método de Mínimos Cuadrados. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(3), 2491-2509.
- Gambi, C., Lampadariou, N., & Danovaro, R. (2010). Latitudinal, longitudinal and bathymetric patterns of abundance, biomass of metazoan meiofauna: Importance of the rare taxa and anomalies in the deep Mediterranean Sea. *Advances in Oceanography and Limnology*, 1(1), 167-197.  
<https://doi.org/10.1080/19475721.2010.483337>

- Gambi, C., Vanreusel, A., & Danovaro, R. (2003). Biodiversity of nematode assemblages from deep-sea sediments of the Atacama Slope and Trench (South Pacific Ocean). *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 50(1), 103-117.
- Gao, C., & Liu, X. (2018). Spatio-temporal distribution of meiofaunal assemblages and its relationship with environmental factors in a semi-enclosed bay. *Marine Pollution Bulletin*, 131, 45-52. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.03.047>
- Ghosh, M., & Mandal, S. (2021). Deciphering the synergistic impact of elevated temperature and oil pollution on meiobenthic community structure: A benthocosm study. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 207, 111549. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111549>
- Giere, O. (2009). *Meiobenthology: The microscopic motile fauna of aquatic sediments* (2nd rev. and extended ed). Springer.
- Gilbert, A. S. (Ed.). (2017). *Encyclopedia of Geoarchaeology*. Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4409-0>
- Hale, R., Calosi, P., McNeill, L., Mieszkowska, N., & Widdicombe, S. (2011). Predicted levels of future ocean acidification and temperature rise could alter community structure and biodiversity in marine benthic communities. *Oikos*, 120(5), 661-674. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.19469.x>
- Heip, C., Vincx, M., & Vranken, G. (1985). *The Ecology of marine nematodes*. Aberdeen University Press.

- Hernández Abreu, C. (2019). *Estructura y composición de la meiofauna de aguas profundas en la región noroccidental de Cuba*. [PhD Thesis]. Universidad de La Habana.
- Higgins, R. P., & Thiel, H. (Eds.). (1988). *Introduction to the study of meiofauna*. Smithsonian Institution Press.
- Holterman, M., Schratzberger, M., & Helder, J. (2019). Nematodes as evolutionary commuters between marine, freshwater and terrestrial habitats. *Biological Journal of the Linnean Society*, 128(3), 756-767. <https://doi.org/10.1093/biolinnean/blz107>
- Horacek Iii, H. J., Soto, E. H., Quiroga, E., & Ingels, J. (2022). Meiofaunal nematode abundance, composition, and diversity at bathyal to hadal depths in the Southeast Pacific Ocean. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 188, 103837. <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2022.103837>
- Huang, Y., & Guo, Y. (2022). Morphology of Free-Living Nematode. En Y. Huang & Y. Guo, *Free-living Marine Nematodes from the East China Sea* (pp. 7-15). Springer Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-16-3836-7\\_2](https://doi.org/10.1007/978-981-16-3836-7_2)
- Ibarra Mayorga, E., Rojas García, C., & León Mateo, R. (2014). Ensayo de un sistema artificial con sedimento para crecimiento de juveniles de *Litopenaeus vannamei*: Evaluación de dos micro cohortes con participación de nemátodos y 'bioflocs'. *La Técnica: Revista de las Agrociencias*. ISSN 2477-8982, 12, 64. [https://doi.org/10.33936/la\\_tecnica.v0i12.596](https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i12.596)
- Ingels, J., dos Santos, G., Hicks, N., Vazquez, Y. V., Neres, P. F., Pontes, L. P., Amorim, M. N., Román, S., Du, Y., Stahl, H., Somerfield, P. J., &

- Widdicombe, S. (2018). Short-term CO<sub>2</sub> exposure and temperature rise effects on metazoan meiofauna and free-living nematodes in sandy and muddy sediments: Results from a flume experiment. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 502, 211-226. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2017.07.012>
- Jones, F. G. W. (1975). The soil as an environment for plant parasitic nematodes. *Annals of Applied Biology*, 79(2), 113-139. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1975.tb01527.x>
- Julca-Otiniano, A., Meneses-Florián, L., Blas-Sevillano, R., & Bello-Amez, S. (2006). LA MATERIA ORGÁNICA, IMPORTANCIA Y EXPERIENCIA DE SU USO EN LA AGRICULTURA. *Idesia (Arica)*, 24(1). <https://doi.org/10.4067/S0718-34292006000100009>
- Kandratavicius, N. (2020). *Ecología de nemátodos de vida libre de la Laguna de Rocha y su potencialidad como indicadores de enriquecimiento orgánico*.
- Kandratavicius, N., Muniz, P., Venturini, N., & Giménez, L. (2015). Meiobenthic communities in permanently open estuaries and open/closed coastal lagoons of Uruguay (Atlantic coast of South America). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 163, 44-53. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2015.05.030>
- Larreategui Murillo, C. J. (2019). *Biodiversidad y variación interanual de la meiofauna en las playas de San Pedro de Manglaralto y Salinas, Ecuador (2004-2007-2013)* [B.S. thesis]. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de Guayaquil.

- León Mateo, R. E. (2022). *Resiliencia de la comunidad de meiobentos en tres playas del Ecuador frente al evento El Niño 2015-2016*.
- Lo Russo, V. (2021). *Comparación de comunidades de nemátodos de marismas de San Antonio Oeste (Río Negro) y San Julián (Santa Cruz)*.
- Majdi, N., Traunspurger, W., Fueser, H., Gansfort, B., Laffaille, P., & Maire, A. (2019). Effects of a broad range of experimental temperatures on the population growth and body-size of five species of free-living nematodes. *Journal of Thermal Biology*, 80, 21-36. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2018.12.010>
- Maria, T. F., Paiva, P., Vanreusel, A., & Esteves, A. M. (2013). The relationship between sandy beach nematodes and environmental characteristics in two Brazilian sandy beaches (Guanabara Bay, Rio de Janeiro). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 85(1), 257-270. <https://doi.org/10.1590/S0001-37652013005000019>
- Maria, T. F., Vanaverbeke, J., Vanreusel, A., & Esteves, A. M. (2016). Sandy beaches: State of the art of nematode ecology. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 88(3 suppl), 1635-1653. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201620150282>
- McSorley, R. (2003). ADAPTATIONS OF NEMATODES TO ENVIRONMENTAL EXTREMES. *Florida Entomologist*, 86(2), 138-142. [https://doi.org/10.1653/0015-4040\(2003\)086\[0138:AONTEE\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1653/0015-4040(2003)086[0138:AONTEE]2.0.CO;2)
- Moreno, M., Albertelli, G., & Fabiano, M. (2009). Nematode response to metal, PAHs and organic enrichment in tourist marinas of the mediterranean sea.

*Marine Pollution Bulletin*, 58(8), 1192-1201.  
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2009.03.016>

Muñoz Reyes, D. D. (2014). *Efectos de efluentes de una fábrica procesadora de sardina sobre poblaciones meiobentónicas con énfasis en nemátoda, materia orgánica y ph ubicada en la comuna Valdivia, Santa Elena– Ecuador* [B.S. thesis]. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2014.

Nelson, D. W., & Sommers, L. E. (1996). Total carbon, organic carbon, and organic matter. En *Methods of soil analysis: Part 3 Chemical methods* (677 S. Segoe Rd., Vol. 5, pp. 961-1010). Soil Science Society of America and American Society of Agronomy.

Nemys Eds. (2023). *Nemys: World Database of Nematodes*. Accessed at <https://nemys.ugent.be> on yyyy-mm-dd [dataset]. VLIZ.  
<https://doi.org/10.14284/366>

Nisa, R. U., Tantray, A. Y., & Shah, A. A. (2022). Shift from morphological to recent advanced molecular approaches for the identification of nematodes. *Genomics*, 114(2), 110295. <https://doi.org/10.1016/j.ygeno.2022.110295>

Palma Macias, J. A., & Quiroz Zamora, L. B. (2019). *EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SEDIMENTO EN LA ZONA COSTERA DE MANTA (ECUADOR) Y SU INFLUENCIA EN LA COMPOSICIÓN TAXONÓMICA DEL ZOOBENTOS*. [PhD Thesis].

Pla, L. (2006). Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia*, 31(8), 583-590.

- Platt, H. M., & Warwick, R. M. (1988). *Freeliving marine nematodes. 2: British chromadorids*. Cambridge University Press.
- Pontes, L. P., Vafeiadou, A.-M., de França, F. J. L., Cavalcante, R. A., de Araújo França, D. A., Brito, C. M., Alves, R. N., de Carvalho, P. S. M., & dos Santos, G. A. P. (2021). Toxic effects of phenanthrene intensify with an increase of temperature for the populations of a free-living nematode. *Ecological Indicators*, *120*, 106868. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106868>
- Restrepo, L. F., & González, J. (2007). De Pearson a Spearman. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, *20*(2), 183-192.
- Russo, V. L., Ferrando, A., Commendatore, M., & Pastor, C. (2020). Abundancia de nemátodos marinos de vida libre en relación con las características fisicoquímicas de sedimentos experimentales y naturales. *Revista del Museo de La Plata*, *5*(2), 519-528.
- Santos, G. H. C., Cardoso, R. S., & Maria, T. F. (2019). Bioindicators or sediment relationships: Evaluating ecological responses from sandy beach nematodes. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, *224*, 217-227. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2019.04.035>
- Sapir, A. (2021). Why are nematodes so successful extremophiles? *Communicative & Integrative Biology*, *14*(1), 24-26. <https://doi.org/10.1080/19420889.2021.1884343>
- Schminke, H. K. (2007). Entomology for the copepodologist. *Journal of Plankton Research*, *29*(suppl\_1), i149-i162. <https://doi.org/10.1093/plankt/fbl073>

- Schratzberger, M., Holterman, M., Van Oevelen, D., & Helder, J. (2019). A Worm's World: Ecological Flexibility Pays Off for Free-Living Nematodes in Sediments and Soils. *BioScience*, 69(11), 867-876. <https://doi.org/10.1093/biosci/biz086>
- Schratzberger, M., & Somerfield, P. J. (2020). Effects of widespread human disturbances in the marine environment suggest a new agenda for meiofauna research is needed. *Science of The Total Environment*, 728, 138435. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138435>
- Seberg, O., Humphries, C. J., Knapp, S., Stevenson, D. Wm., Petersen, G., Scharff, N., & Andersen, N. M. (2003). Shortcuts in systematics? A commentary on DNA-based taxonomy. *Trends in Ecology & Evolution*, 18(2), 63-65. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(02\)00059-9](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(02)00059-9)
- Sellanes, J., Neira, C., & Quiroga, E. (2003). Composición, estructura y flujo energético del meiobentos frente a Chile central. *Revista Chilena de Historia Natural*, 76(3). <https://doi.org/10.4067/S0716-078X2003000300006>
- SINAC. (2016). Protocolo para el monitoreo ecológico de playas arenosas ante el cambio climático: Estudio de caso Refugio Nacional Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala. En *Protocolo PRONAMEC* (Damián Martínez Fernández, p. 35p).
- Sócola Sánchez, M. E. (2003). *Efecto del uso de diferentes fuentes y concentración de materia orgánica sobre poblaciones meiobentónicas con énfasis en*



*nemátoda* [Master's Thesis, Espol].

<http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/8661>

Soetaert, K., Muthumbi, A., & Heip, C. (2002). Size and shape of ocean margin nematodes: Morphological diversity and depth-related patterns. *Marine Ecology Progress Series*, 242, 179-193.

<https://doi.org/10.3354/meps242179>

Song, H., Mu, F., Sun, Y., & Hua, E. (2022). Variations of Free-Living Marine Nematode's Taxonomic Structure and Functional Traits in Contrasting Sandy Beach Habitats. *Water*, 14(22), 3788.

<https://doi.org/10.3390/w14223788>

Vafeiadou, A.-M., Chintiroglou, C., & Moens, T. (2018). Effects of an increased temperature regime on the population dynamics and species interactions of marine nematodes. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 502, 142-152. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2017.02.008>

Valderrama-Aravena, N., Pérez-Araneda, K., Avaria-Llautureo, J., Hernández, C. E., Lee, M., & Brante, A. (2014). Diversidad de nemátodos marinos de Chile continental y antártico: Una evaluación morfológica y molecular. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 49(1), 147-155.

<https://doi.org/10.4067/S0718-19572014000100017>

Vincx, M. (1996). *Meiofauna in Marine and 15 Freshwater Sediments*.

Vincx, M., & Heip, C. (1987). *The use of meiobenthos in pollution monitoring studies: A review*.

- Vogler, A. P., & Monaghan, M. T. (2007). Recent advances in DNA taxonomy. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 45(1), 1-10. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0469.2006.00384.x>
- Yamamuro, M. (2000). Abundance and size distribution of sublittoral meiobenthos along estuarine salinity gradients. *Journal of Marine Systems*, 26(2), 135-143. [https://doi.org/10.1016/S0924-7963\(00\)00050-6](https://doi.org/10.1016/S0924-7963(00)00050-6)
- Yáñez Suárez, A. B. (2015). *Composición, estructura y biomasa de la meiofauna intermareal de San Pedro de Manglaralto, Ecuador* [B.S. thesis].

## ANEXO 1

### TABLAS Y GRÁFICOS DE DATOS (MUESTRA 1) MONITOREO 1

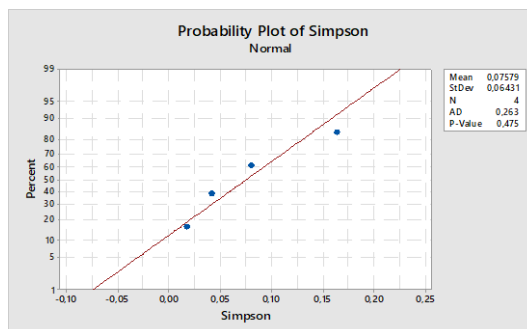
#### Kruskal-Wallis Test: Simpson versus Estaciones

Kruskal-Wallis Test on Simpson

Estaciones	N	Median	Ave Rank	Z
Estación 1	1	0,04157	2,0	-0,45
Estación 2	1	0,01738	1,0	-1,34
Estación 3	1	0,16414	4,0	1,34
Estación 4	1	0,08007	3,0	0,45
Overall	4		2,5	

H = 3,00 DF = 3 P = 0,392

\* NOTE \* One or more small samples



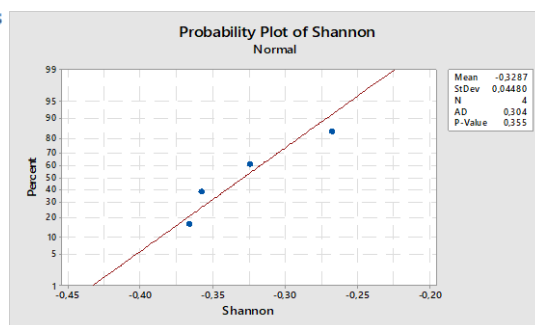
#### Kruskal-Wallis Test: Shannon versus Estaciones

Kruskal-Wallis Test on Shannon

Estaciones	N	Median	Ave Rank	Z
Estación 1	1	-0,3242	3,0	0,45
Estación 2	1	-0,2671	4,0	1,34
Estación 3	1	-0,3661	1,0	-1,34
Estación 4	1	-0,3572	2,0	-0,45
Overall	4		2,5	

H = 3,00 DF = 3 P = 0,392

\* NOTE \* One or more small samples



#### Tukey Pairwise Comparisons

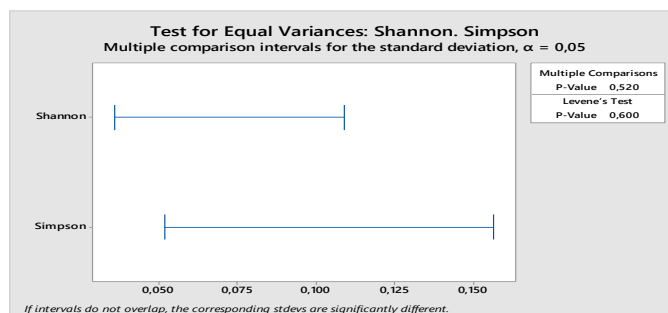
Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
Simpson	4	0,0758	A
Shannon	4	-0,3287	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Simultaneous Tests for Differences of Means

Difference of Levels	Difference of Means	SE of Difference	95% CI	T-Value	Adjusted P-Value
Simpson - Shannon	0,4044	0,0392	(0,3086, 0,5003)	10,32	0,000



## MUESTRA 2

### Kruskal-Wallis Test: Simpson versus Estaciones

Kruskal-Wallis Test on Simpson

Estaciones	N	Median	Ave Rank	Z
Estación 1	1	0,03461	2,0	-0,45
Estación 2	1	0,10229	3,5	0,89
Estación 3	1	0,10229	3,5	0,89
Estación 4	1	0,01137	1,0	-1,34
Overall	4		2,5	

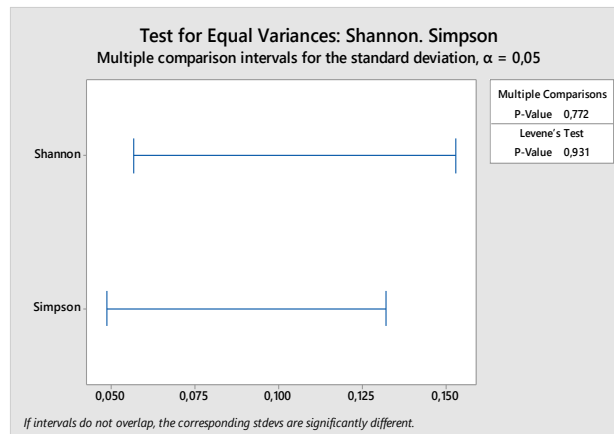
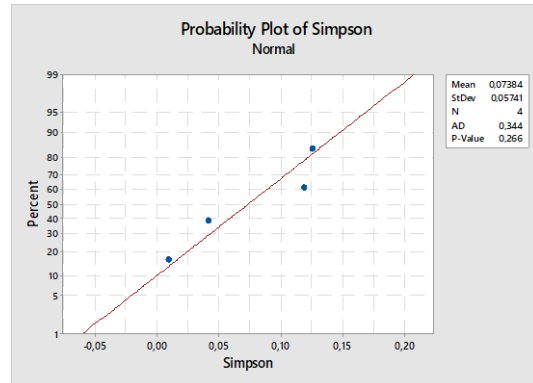
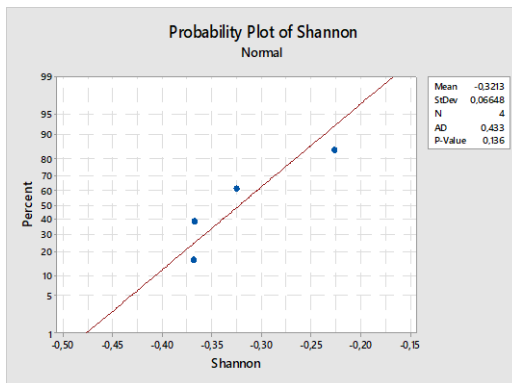
H = 2,70 DF = 3 P = 0,440  
H = 3,00 DF = 3 P = 0,392 (adjusted for ties)

### Tukey Pairwise Comparisons

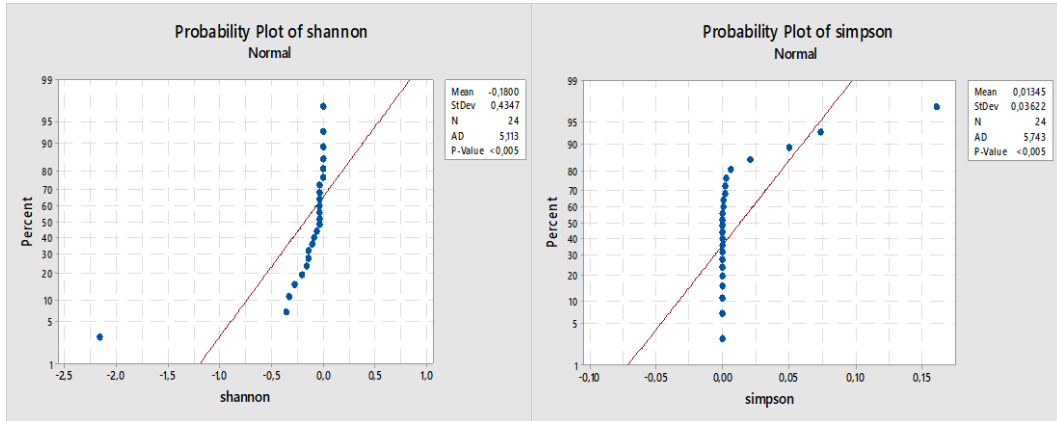
Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
Simpson	4	0,0738	A
Shannon	4	-0,3213	B

Means that do not share a letter are significantly different.

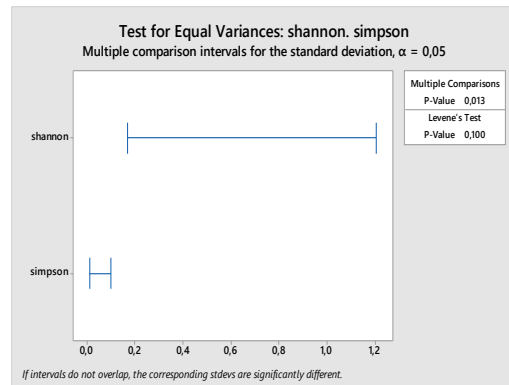


# ESTACIÓN 1

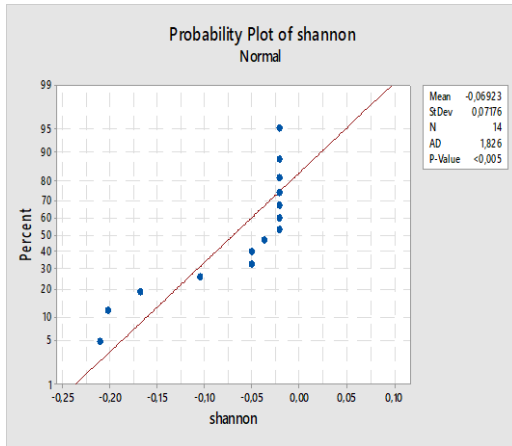


Genero	N	Median	Ave Rank	Z
Amphimonhystrella	1	-1,61415E-01	6,0	-0,94
Anoplostoma	1	-1,45755E-01	7,5	-0,72
Bathyeurystomina	1	-3,86265E-02	15,0	0,36
Belbolla	1	-3,86265E-02	15,0	0,36
Chromadorella	1	-3,86265E-02	15,0	0,36
Cobbia	1	-8,95128E-02	10,0	-0,36
Daptonema	1	-3,86265E-02	15,0	0,36
Echinotheristus	1	0,000000000	21,5	1,30
Enoplolaimus	2	-1,09907E+00	8,0	-0,94
Eurystomina	1	-3,35128E-01	3,0	-1,37
Gonionchus	1	0,000000000	21,5	1,30
Metachromadora	1	-3,54131E-01	2,0	-1,52
Monhystera	1	-3,86265E-02	15,0	0,36
Omicronema	1	0,000000000	21,5	1,30
Paramonhystera	1	-2,79064E-01	4,0	-1,23
Pareurystomina	1	-1,45755E-01	7,5	-0,72
polygastrophora	1	0,000000000	21,5	1,30
Polysigma	1	-3,86265E-02	15,0	0,36
Promonhystera	1	-2,02058E-01	5,0	-1,08
Retrotheristus	1	-1,10145E-01	9,0	-0,51
Stylotheristus	1	0,000000000	21,5	1,30
Viscosia	1	-6,61627E-02	11,0	-0,22
Xenolaimus	1	0,000000000	21,5	1,30
Overall	24		12,5	

H = 20,12 DF = 22 P = 0,576  
H = 20,96 DF = 22 P = 0,523 (adjusted for ties)



## ESTACIÓN 2



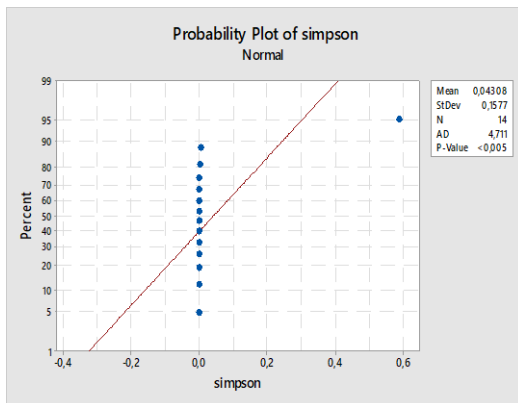
### Kruskal-Wallis Test: shannon versus Genero

Kruskal-Wallis Test on shannon

Genero	N	Median	Ave Rank	Z
Ammotheristus	1	-0,02086	11,0	0,87
Chromaspirina	1	-0,02086	11,0	0,87
Daptonema	1	-0,16826	3,0	-1,12
Metachromadora	1	-0,20224	2,0	-1,36
Metadesmolaimus	1	-0,05029	5,5	-0,50
Metoncholaimus	1	-0,03655	7,0	-0,12
Omicronema	1	-0,21073	1,0	-1,61
Oncholaimus	1	-0,10482	11,0	0,87
Promonhystera	1	-0,10482	4,0	-0,87
Pselionema	1	-0,02086	11,0	0,87
Spirinia	1	-0,02086	11,0	0,87
Stylotheristus	1	-0,05029	5,5	-0,50
Trichotheristus	1	-0,02086	11,0	0,87
Viscosia	1	-0,02086	11,0	0,87
Overall	14		7,5	

H = 11,37 DF = 13 P = 0,580  
H = 13,00 DF = 13 P = 0,448 (adjusted for ties)

\* NOTE \* One or more small samples



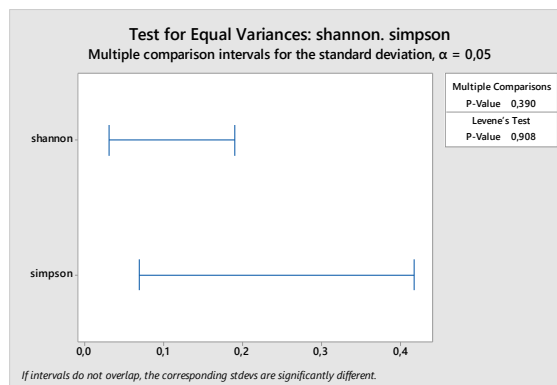
### Kruskal-Wallis Test: simpson versus Genero

Kruskal-Wallis Test on simpson

Genero	N	Median	Ave Rank	Z
Ammotheristus	1	0,00001392	4,0	-0,87
Chromaspirina	1	0,00001392	4,0	-0,87
Daptonema	1	0,00356427	12,0	1,12
Metachromadora	1	0,59083315	14,0	1,61
Metadesmolaimus	1	0,00012531	9,5	0,50
Metoncholaimus	1	0,00005569	8,0	0,12
Omicronema	1	0,00736523	13,0	1,36
Oncholaimus	1	0,00001392	4,0	-0,87
Promonhystera	1	0,00089107	11,0	0,87
Pselionema	1	0,00001392	4,0	-0,87
Spirinia	1	0,00001392	4,0	-0,87
Stylotheristus	1	0,00012531	9,5	0,50
Trichotheristus	1	0,00001392	4,0	-0,87
Viscosia	1	0,00001392	4,0	-0,87
Overall	14		7,5	

H = 11,37 DF = 13 P = 0,580  
H = 13,00 DF = 13 P = 0,448 (adjusted for ties)

\* NOTE \* One or more small samples



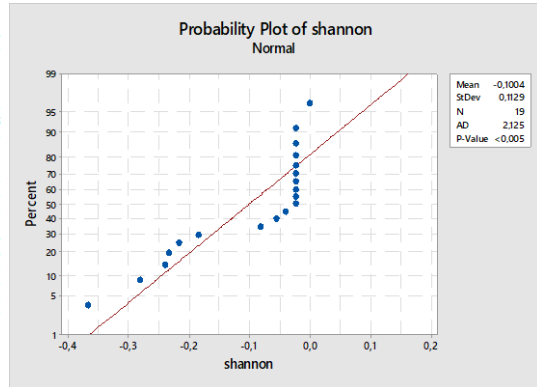
## ESTACIÓN 3

Kruskal-Wallis Test on shannon

Genero	N	Median	Ave Rank	Z
Ammotheristus	1	-2,33133E-02	14,0	0,73
Amphimonhystrella	1	-2,33133E-02	14,0	0,73
Belbolla	1	-5,58552E-02	8,0	-0,37
Daptonema	1	-2,38936E-01	3,0	-1,28
Disconema	1	-1,83435E-01	6,0	-0,73
Echinotheristus	1	-2,80276E-01	2,0	-1,46
Eurystomina	1	-2,33133E-02	14,0	0,73
Metachromadora	1	-3,65971E-01	1,0	-1,64
Metadesmolaimus	1	0,000000000	19,0	1,64
Omicronema	1	-2,33133E-02	14,0	0,73
Pareurystomina	1	-2,33133E-02	14,0	0,73
Phanoderma	1	-2,33133E-02	14,0	0,73
polygastrophora	1	-4,07023E-02	9,0	-0,18
Promonhystera	1	-2,33566E-01	4,0	-1,10
Retrotheristus	1	-8,21770E-02	7,0	-0,55
Siphonolaimus	1	-2,33133E-02	14,0	0,73
Stylotheristus	1	-2,33133E-02	14,0	0,73
Trichotheistus	1	-2,16354E-01	5,0	-0,91
Viscosia	1	-2,33133E-02	14,0	0,73
Overall	19		10,0	

H = 16,11 DF = 18 P = 0,585  
H = 18,00 DF = 18 P = 0,456 (adjusted for ties)

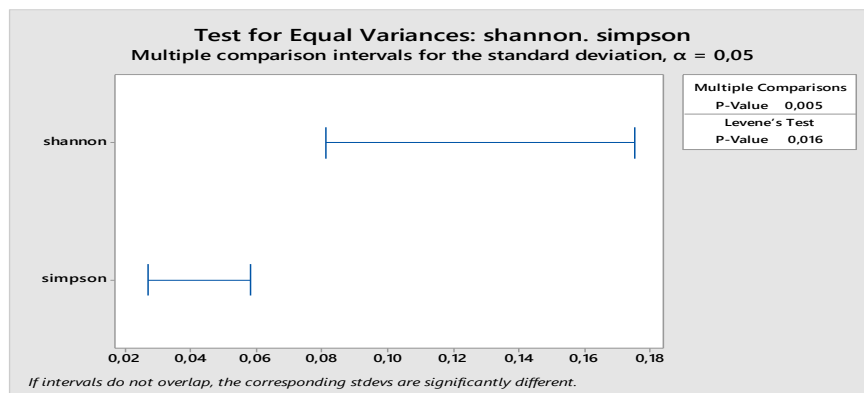
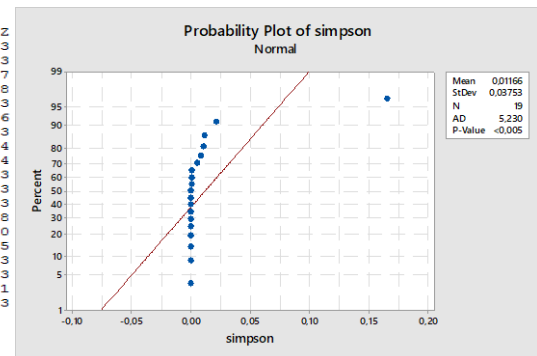
\* NOTE \* One or more small samples



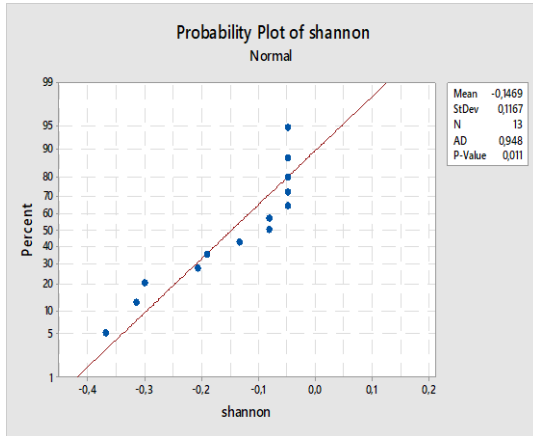
Kruskal-Wallis Test on simpson

Genero	N	Median	Ave Rank	Z
Ammotheristus	1	0,000018263	6,0	-0,73
Amphimonhystrella	1	0,000018263	6,0	-0,73
Belbolla	1	0,000164366	12,0	0,37
Daptonema	1	0,011414274	17,0	1,28
Disconema	1	0,004675287	14,0	0,73
Echinotheristus	1	0,021118842	18,0	1,46
Eurystomina	1	0,000018263	6,0	-0,73
Metachromadora	1	0,164822120	19,0	1,64
Metadesmolaimus	1	0,000000000	1,0	-1,64
Omicronema	1	0,000018263	6,0	-0,73
Pareurystomina	1	0,000018263	6,0	-0,73
Phanoderma	1	0,000018263	6,0	-0,73
polygastrophora	1	0,000073051	11,0	0,18
Promonhystera	1	0,010519395	16,0	1,10
Retrotheristus	1	0,000456571	13,0	0,55
Siphonolaimus	1	0,000018263	6,0	-0,73
Stylotheristus	1	0,000018263	6,0	-0,73
Trichotheistus	1	0,008053912	15,0	0,91
Viscosia	1	0,000018263	6,0	-0,73
Overall	19		10,0	

H = 16,11 DF = 18 P = 0,585  
H = 18,00 DF = 18 P = 0,456 (adjusted for ties)



## ESTACIÓN 4

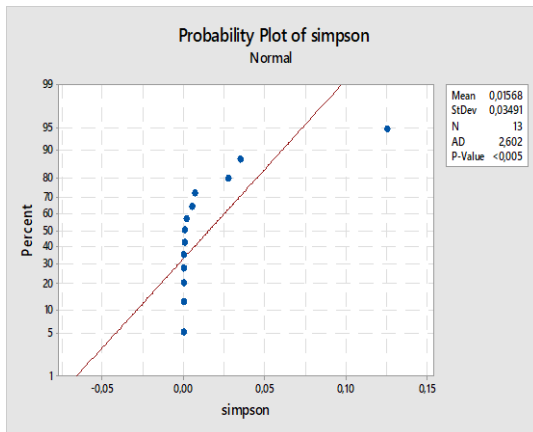


Kruskal-Wallis Test on shannon

Genero	N	Median	Ave Rank	Z
Chromaspirina	1	-0,08065	7,5	0,13
Daptonema	1	-0,19093	5,0	-0,53
Disconema	1	-0,29863	3,0	-1,07
Echinotheristus	1	-0,36762	1,0	-1,60
Metachromadora	1	-0,20708	4,0	-0,80
Omicronema	1	-0,13242	6,0	-0,27
Paramonohystera	1	-0,08065	7,5	0,13
polygastrophora	1	-0,04755	11,0	1,07
Promonhystera	1	-0,04755	11,0	1,07
Proncholaimus	1	-0,04755	11,0	1,07
Pselionema	1	-0,04755	11,0	1,07
Retrotheristus	1	-0,31387	2,0	-1,34
Viscosia	1	-0,04755	11,0	1,07
Overall	13		7,0	

H = 11,31 DF = 12 P = 0,503  
 H = 12,00 DF = 12 P = 0,446 (adjusted for ties)

\* NOTE \* One or more small samples

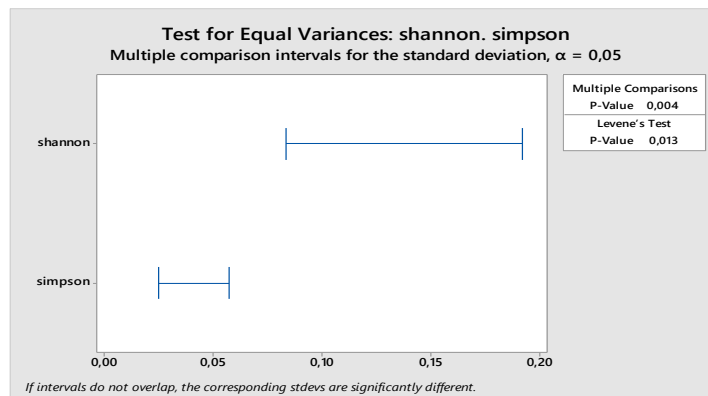


Kruskal-Wallis Test: simpson versus Genero

Kruskal-Wallis Test on simpson

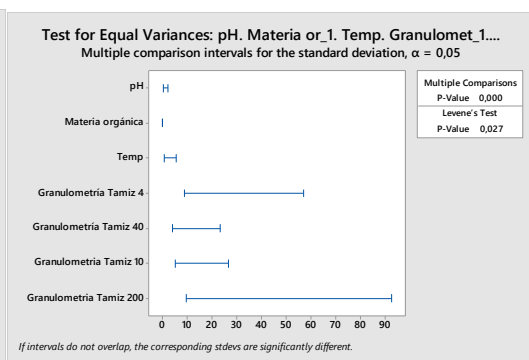
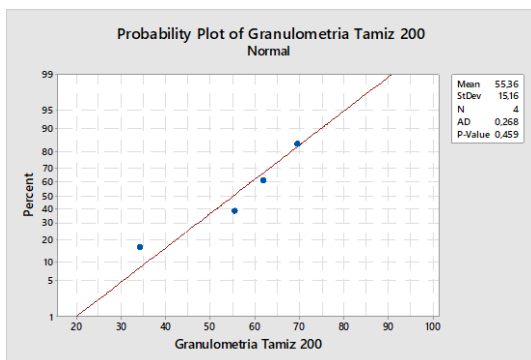
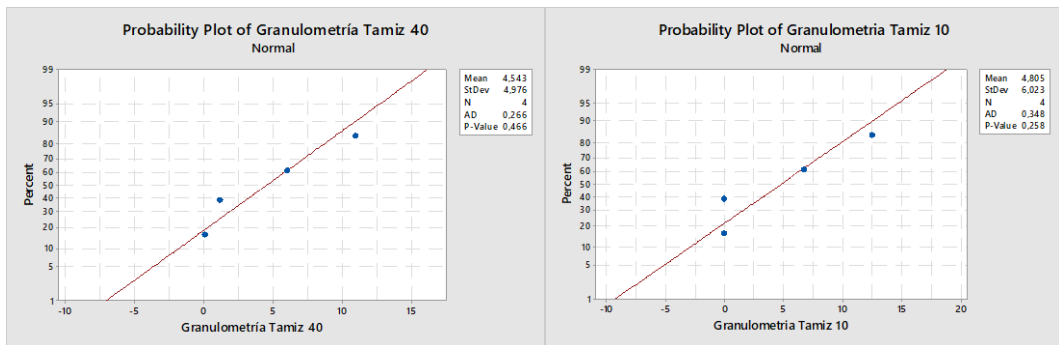
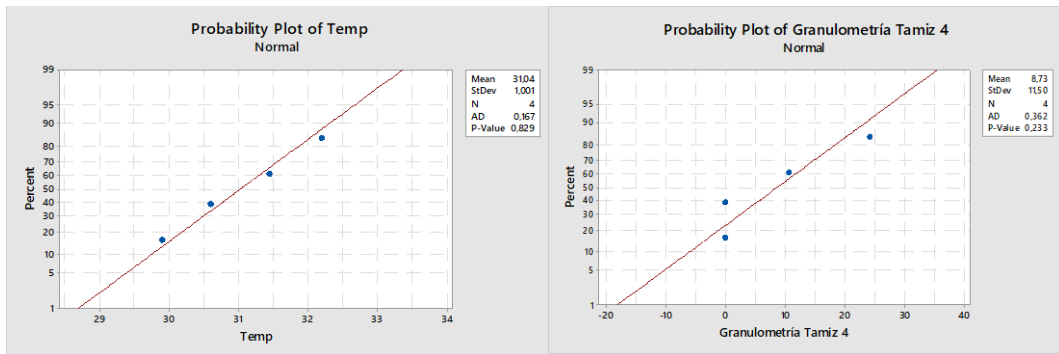
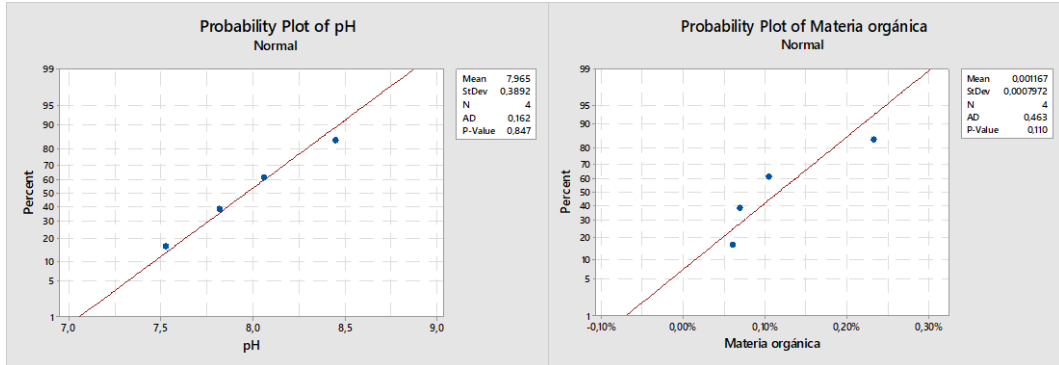
Genero	N	Median	Ave Rank	Z
Chromaspirina	1	0,0004340	6,5	-0,13
Daptonema	1	0,0053168	9,0	0,53
Disconema	1	0,0277778	11,0	1,07
Echinotheristus	1	0,1254340	13,0	1,60
Metachromadora	1	0,0069444	10,0	0,80
Omicronema	1	0,0017361	8,0	0,27
Paramonohystera	1	0,0004340	6,5	-0,13
polygastrophora	1	0,0001085	3,0	-1,07
Promonhystera	1	0,0001085	3,0	-1,07
Proncholaimus	1	0,0001085	3,0	-1,07
Pselionema	1	0,0001085	3,0	-1,07
Retrotheristus	1	0,0351563	12,0	1,34
Viscosia	1	0,0001085	3,0	-1,07
Overall	13		7,0	

H = 11,31 DF = 12 P = 0,503  
 H = 12,00 DF = 12 P = 0,446 (adjusted for ties)





# PARAMETROS



Difference of Levels	of Means	Difference	95% CI	T-Value	P-Value
Materia orgá - pH	-7,96	5,51	(-25,87. 9,94)	-1,45	0,771
Temp - pH	23,07	5,51	( 5,16. 40,98)	4,19	0,006
Granulometri - pH	0,77	5,51	(-17,14. 18,67)	0,14	1,000
Granulometri - pH	-3,42	5,51	(-21,33. 14,49)	-0,62	0,995
Granulometri - pH	-3,16	5,51	(-21,07. 14,75)	-0,57	0,997
Granulometri - pH	47,39	5,51	( 29,48. 65,30)	8,61	0,000
Temp - Materia orgá	31,04	5,51	( 13,13. 48,94)	5,64	0,000
Granulometri - Materia orgá	8,73	5,51	( -9,18. 26,64)	1,59	0,692
Granulometri - Materia orgá	4,54	5,51	(-13,37. 22,45)	0,82	0,979
Granulometri - Materia orgá	4,80	5,51	(-13,10. 22,71)	0,87	0,973
Granulometri - Materia orgá	55,36	5,51	( 37,45. 73,26)	10,05	0,000
Granulometri - Temp	-22,31	5,51	(-40,22. -4,40)	-4,05	0,009
Granulometri - Temp	-26,50	5,51	(-44,40. -8,59)	-4,81	0,002
Granulometri - Temp	-26,23	5,51	(-44,14. -8,32)	-4,76	0,002
Granulometri - Temp	24,32	5,51	( 6,41. 42,23)	4,42	0,004
Granulometri - Granulometri	-4,19	5,51	(-22,10. 13,72)	-0,76	0,986
Granulometri - Granulometri	-3,93	5,51	(-21,83. 13,98)	-0,71	0,990
Granulometri - Granulometri	46,63	5,51	( 28,72. 64,54)	8,47	0,000
Granulometri - Granulometri	0,26	5,51	(-17,65. 18,17)	0,05	1,000
Granulometri - Granulometri	50,81	5,51	( 32,91. 68,72)	9,23	0,000
Granulometri - Granulometri	50,55	5,51	( 32,64. 68,46)	9,18	0,000

Factor	N	Mean	Grouping
Granulometria Tamiz 200	4	55,36	A
Temp	4	31,038	B
Granulometria Tamiz 4	4	8,73	C
pH	4	7,965	C
Granulometria Tamiz 10	4	4,80	C
Granulometria Tamiz 40	4	4,54	C
Materia orgánica	4	0,001167	C

Means that do not share a letter are significantly different.

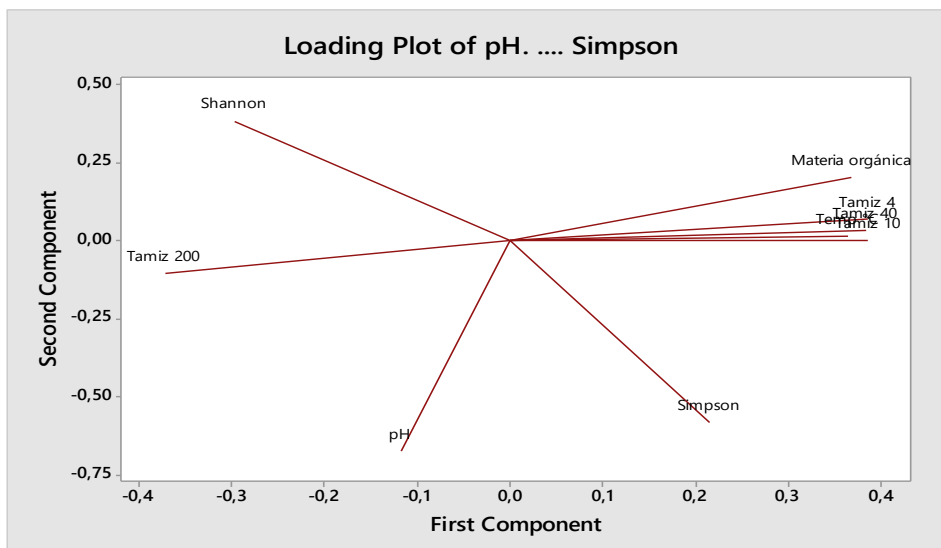
Individual confidence level = 99,62%

### Principal Component Analysis: pH. Materia orgá. Temp °C. Tamiz 4. Tamiz 40. Tamiz 10. Tamiz 2

#### Eigenanalysis of the Correlation Matrix

Eigenvalue	6,6885	1,9927	0,3188	0,0000	0,0000	-0,0000	-0,0000	-0,0000	-0,0000
Proportion	0,743	0,221	0,035	0,000	0,000	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000
Cumulative	0,743	0,965	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9
pH	-0,118	-0,674	-0,055	-0,273	0,513	0,295	-0,156	-0,048	0,277
Materia orgánica	0,368	0,205	0,165	-0,673	0,221	-0,511	-0,141	-0,092	0,065
Temp °C	0,364	0,016	-0,596	-0,270	-0,288	0,246	0,435	-0,115	0,306
Tamiz 4	0,385	0,071	-0,023	0,402	0,602	-0,142	0,421	0,348	0,062
Tamiz 40	0,383	0,032	-0,218	0,082	-0,138	0,149	-0,667	0,550	0,095
Tamiz 10	0,386	0,002	-0,080	0,419	0,114	-0,018	-0,327	-0,738	0,064
Tamiz 200	-0,373	-0,103	-0,392	0,199	-0,062	-0,648	-0,092	0,047	0,471
Shannon	-0,297	0,386	-0,593	-0,128	0,422	0,100	-0,155	-0,068	-0,422
Simpson	0,215	-0,582	-0,233	0,008	-0,168	-0,343	0,070	0,037	-0,639

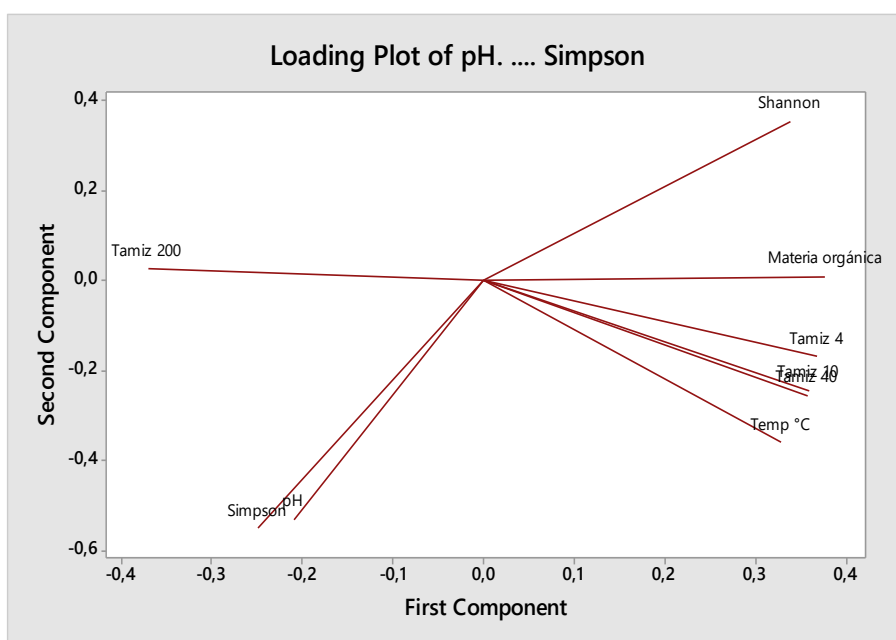


## Principal Component Analysis: pH. Materia orgá. Temp °C. Tamiz 4. Tamiz 40. Tamiz 10. Tamiz 2

Eigenanalysis of the Correlation Matrix

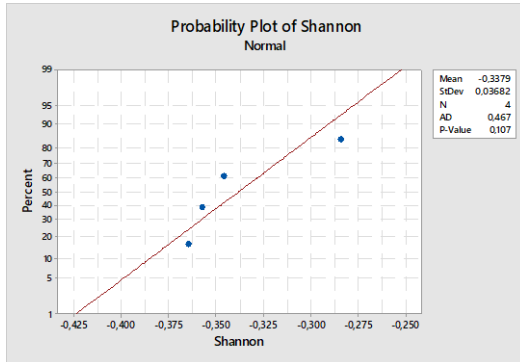
Eigenvalue	7,0438	1,5095	0,4467	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0000	-0,0000	-0,0000
Proportion	0,783	0,168	0,050	0,000	0,000	0,000	-0,000	-0,000	-0,000
Cumulative	0,783	0,950	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9
pH	-0,210	-0,533	-0,765	-0,223	0,026	0,104	0,041	-0,087	-0,127
Materia orgánica	0,377	0,006	0,023	-0,369	0,072	0,515	-0,667	0,010	0,076
Temp °C	0,329	-0,361	0,305	-0,295	-0,012	0,350	0,626	0,256	-0,033
Tamiz 4	0,368	-0,171	-0,022	0,560	0,562	0,131	0,014	-0,274	-0,335
Tamiz 40	0,357	-0,257	0,062	-0,089	-0,205	-0,289	0,048	-0,672	0,464
Tamiz 10	0,359	-0,247	-0,070	-0,079	0,245	-0,627	-0,196	0,544	0,107
Tamiz 200	-0,371	0,024	0,260	-0,497	0,683	-0,140	0,039	-0,244	0,025
Shannon	0,338	0,352	-0,128	-0,387	-0,169	-0,268	0,100	-0,202	-0,667
Simpson	-0,249	-0,552	0,478	0,040	-0,284	-0,126	-0,331	-0,069	-0,439



# TABLAS Y GRÁFICOS DE DATOS MONITOREO 2

## MUESTRA 1

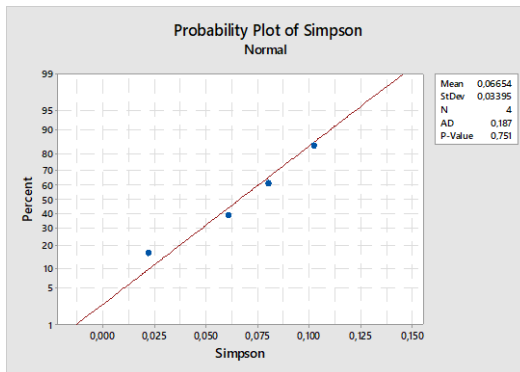


### Kruskal-Wallis Test: Shannon versus Estaciones

Kruskal-Wallis Test on Shannon

Estaciones	N	Median	Rank	Ave	Z
Estación 1	1	-0,3646	1,0	-1,34	
Estación 2	1	-0,3574	2,0	-0,45	
Estación 3	1	-0,3455	3,0	0,45	
Estación 4	1	-0,2839	4,0	1,34	
Overall	4		2,5		

H = 3,00 DF = 3 P = 0,392

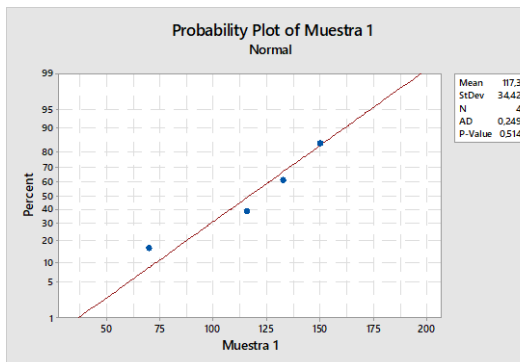


### Kruskal-Wallis Test: Simpson versus Estaciones

Kruskal-Wallis Test on Simpson

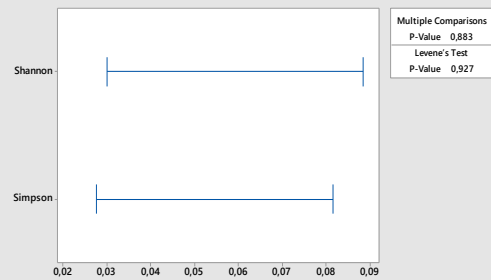
Estaciones	N	Median	Rank	Ave	Z
Estación 1	1	0,10229	4,0	1,34	
Estación 2	1	0,08042	3,0	0,45	
Estación 3	1	0,06117	2,0	-0,45	
Estación 4	1	0,02228	1,0	-1,34	
Overall	4		2,5		

H = 3,00 DF = 3 P = 0,392



### Test for Equal Variances: Shannon. Simpson

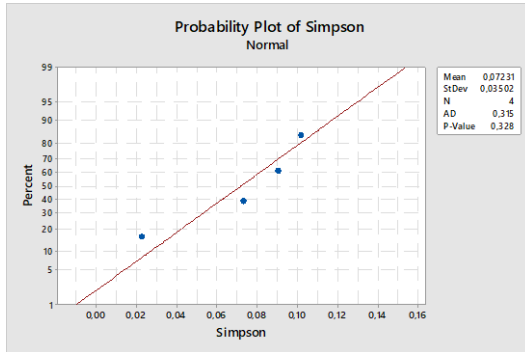
Multiple comparison intervals for the standard deviation,  $\alpha = 0,05$



Multiple Comparisons
P-Value 0.883
Levene's Test
P-Value 0.927

If intervals do not overlap, the corresponding stdevs are significantly different.

## MUESTRA 2

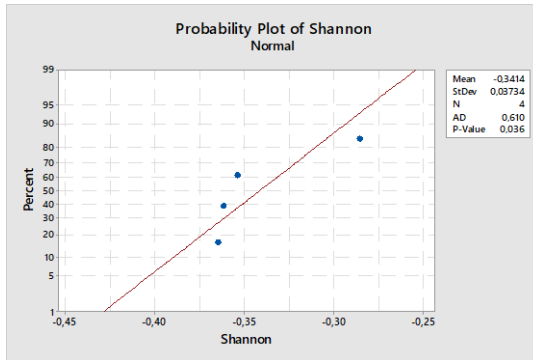


### Kruskal-Wallis Test: Simpson versus Estaciones

Kruskal-Wallis Test on Simpson

Estaciones	N	Median	Rank	Ave	Z
Estación 1	1	0,09072	3,0	0,45	
Estación 2	1	0,10229	4,0	1,34	
Estación 3	1	0,07333	2,0	-0,45	
Estación 4	1	0,02292	1,0	-1,34	
Overall	4			2,5	

H = 3,00 DF = 3 P = 0,392



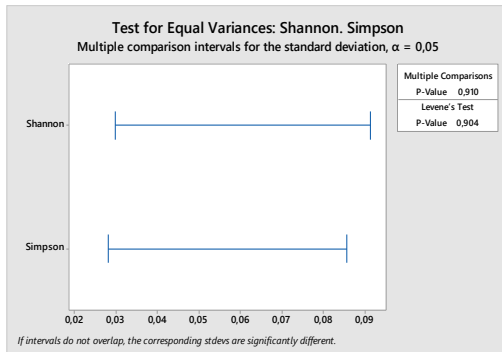
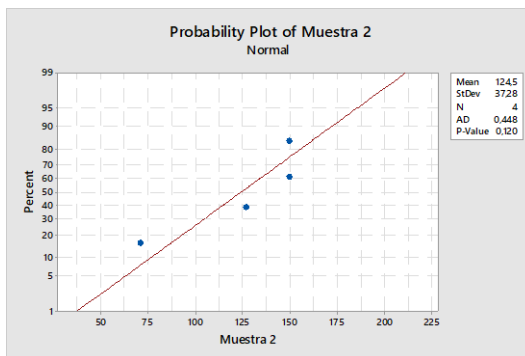
### Kruskal-Wallis Test: Shannon versus Estaciones

Kruskal-Wallis Test on Shannon

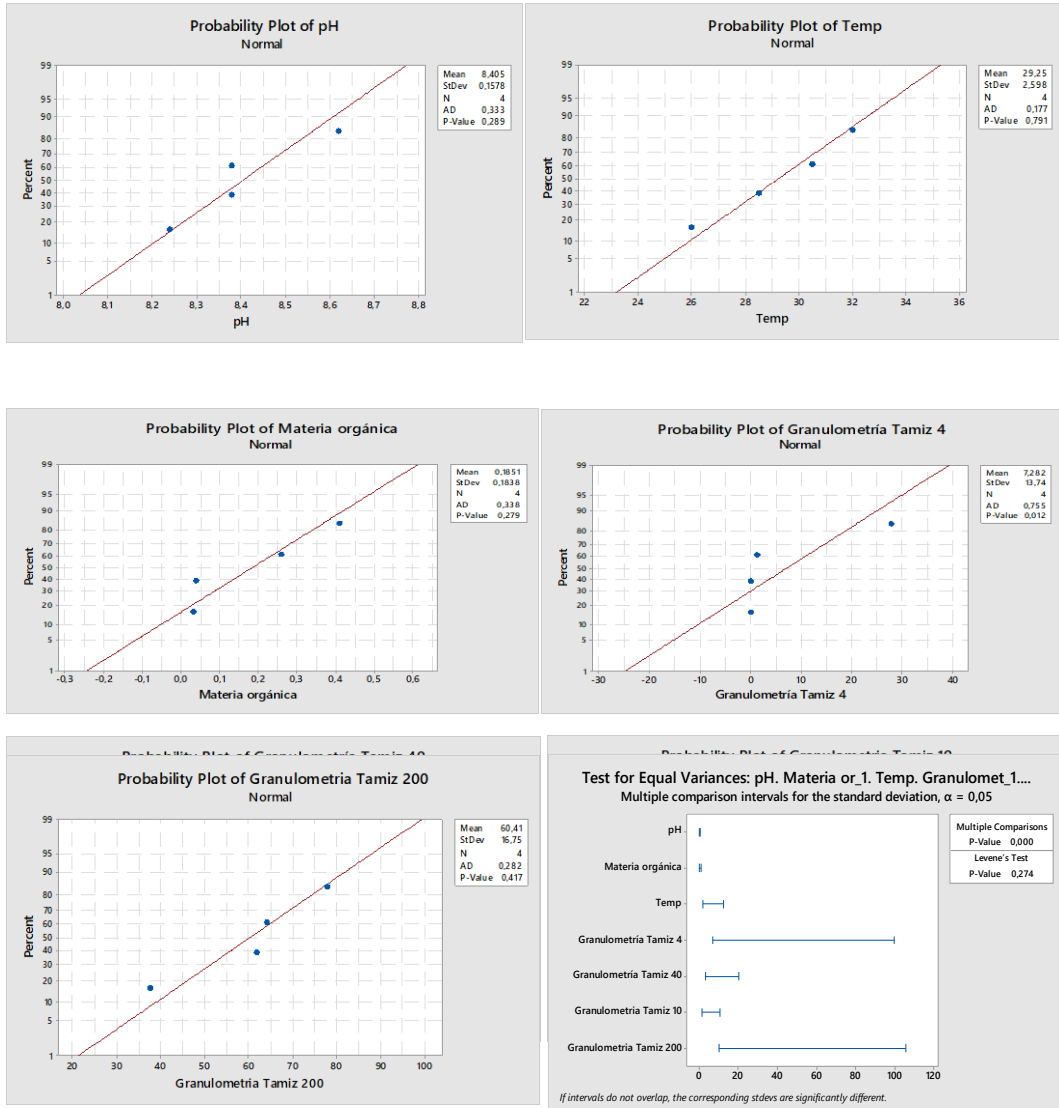
Estaciones	N	Median	Rank	Ave	Z
Estación 1	1	-0,3614	2,0	-0,45	
Estación 2	1	-0,3646	1,0	-1,34	
Estación 3	1	-0,3538	3,0	0,45	
Estación 4	1	-0,2858	4,0	1,34	
Overall	4			2,5	

H = 3,00 DF = 3 P = 0,392

\* NOTE \* One or more small samples



# PARAMETROS



## Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
Granulometría Tamiz 200	4	60,41	A
Temp	4	29,25	B
pH	4	8,4050	C
Granulometría Tamiz 4	4	7,28	C
Granulometría Tamiz 40	4	5,26	C
Granulometría Tamiz 10	4	1,70	C
Materia orgánica	4	0,1851	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Simultaneous Tests for Differences of Means

Difference of Levels	Difference of Means	SE of Difference	95% CI	T-Value	Adjusted P-Value
Materia orgá - pH	-8,22	5,97	(-27,65. 11,21)	-1,38	0,808
Temp - pH	20,84	5,97	( 1,41. 40,28)	3,49	0,030
Granulometri - pH	-1,12	5,97	(-20,55. 18,31)	-0,19	1,000
Granulometri - pH	-3,14	5,97	(-22,57. 16,29)	-0,53	0,998
Granulometri - pH	-6,71	5,97	(-26,14. 12,72)	-1,12	0,914
Granulometri - pH	52,00	5,97	( 32,57. 71,44)	8,71	0,000
Temp - Materia orgá	29,06	5,97	( 9,63. 48,50)	4,87	0,001
Granulometri - Materia orgá	7,10	5,97	(-12,33. 26,53)	1,19	0,891
Granulometri - Materia orgá	5,08	5,97	(-14,35. 24,51)	0,85	0,976
Granulometri - Materia orgá	1,51	5,97	(-17,92. 20,94)	0,25	1,000
Granulometri - Materia orgá	60,22	5,97	( 40,79. 79,66)	10,08	0,000
Granulometri - Temp	-21,97	5,97	(-41,40. -2,54)	-3,68	0,020
Granulometri - Temp	-23,99	5,97	(-43,42. -4,56)	-4,02	0,009
Granulometri - Temp	-27,56	5,97	(-46,99. -8,12)	-4,61	0,002
Granulometri - Temp	31,16	5,97	( 11,73. 50,59)	5,22	0,001
Granulometri - Granulometri	-2,02	5,97	(-21,45. 17,41)	-0,34	1,000
Granulometri - Granulometri	-5,59	5,97	(-25,02. 13,84)	-0,94	0,962
Granulometri - Granulometri	53,13	5,97	( 33,70. 72,56)	8,89	0,000
Granulometri - Granulometri	-3,57	5,97	(-23,00. 15,86)	-0,60	0,996
Granulometri - Granulometri	55,15	5,97	( 35,72. 74,58)	9,23	0,000
Granulometri - Granulometri	58,71	5,97	( 39,28. 78,15)	9,83	0,000

Individual confidence level = 99,62%

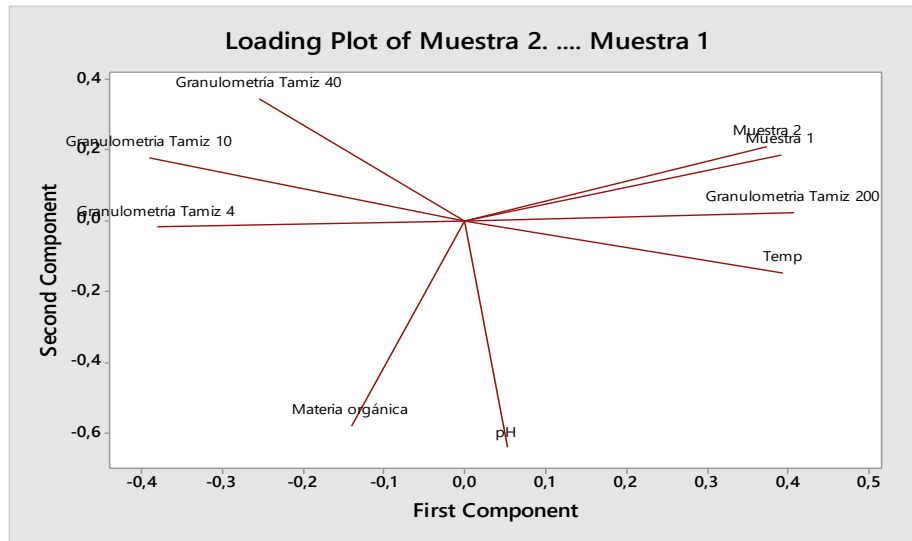
Principal Component Analysis: Muestra 2. pH. Materia orgá. Temp. Granulometri. Granulometri.

Eigenanalysis of the Correlation Matrix

Eigenvalue	6,0159	2,3470	0,6371	0,0000	0,0000	-0,0000	-0,0000	-0,0000	-0,0000
Proportion	0,668	0,261	0,071	0,000	0,000	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000
Cumulative	0,668	0,929	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8
Muestra 2	0,374	0,211	0,287	-0,406	-0,088	-0,557	0,274	-0,254
pH	0,052	-0,641	0,170	0,164	-0,518	-0,398	-0,060	0,286
Materia orgánica	-0,141	-0,580	0,376	-0,195	0,608	0,123	0,259	-0,009
Temp	0,394	-0,148	-0,159	-0,365	-0,286	0,552	0,098	0,353
Granulometria Tamiz 4	-0,382	-0,019	-0,435	-0,350	0,205	-0,399	-0,294	0,392
Granulometria Tamiz 40	-0,255	0,344	0,720	0,031	-0,097	0,117	-0,286	0,395
Granulometria Tamiz 10	-0,391	0,178	-0,092	0,158	-0,157	-0,037	0,818	0,290
Granulometria Tamiz 200	0,407	0,022	-0,075	0,671	0,330	-0,146	0,000	0,240
Muestra 1	0,391	0,186	0,028	-0,198	0,297	-0,124	0,085	0,528

Variable	PC9
Muestra 2	-0,332
pH	0,137
Materia orgánica	-0,110
Temp	-0,380
Granulometria Tamiz 4	-0,317
Granulometria Tamiz 40	-0,192
Granulometria Tamiz 10	-0,043
Granulometria Tamiz 200	-0,437
Muestra 1	0,620



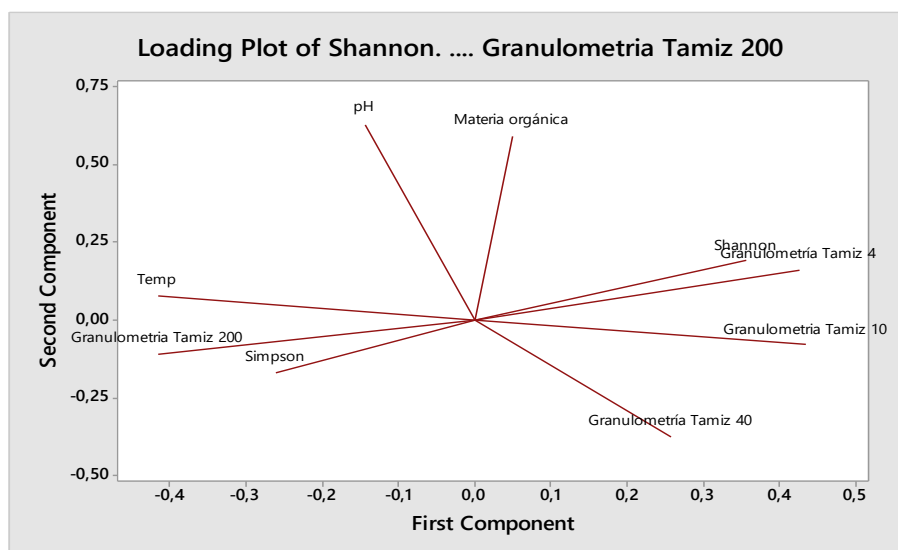
#### Principal Component Analysis: Shannon. Simpson. pH. Materia orgánica. Temp. Granulométr. Granulo

Eigenanalysis of the Correlation Matrix

Eigenvalue	5,1608	2,0705	1,7686	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0000	-0,0000
Proportion	0,573	0,230	0,197	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,000	-0,000
Cumulative	0,573	0,803	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

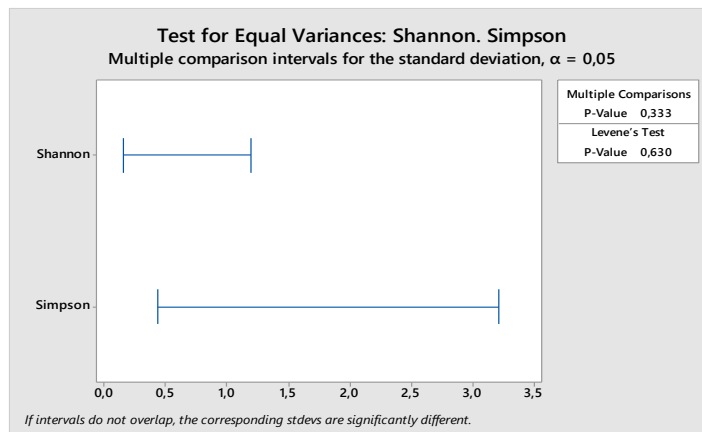
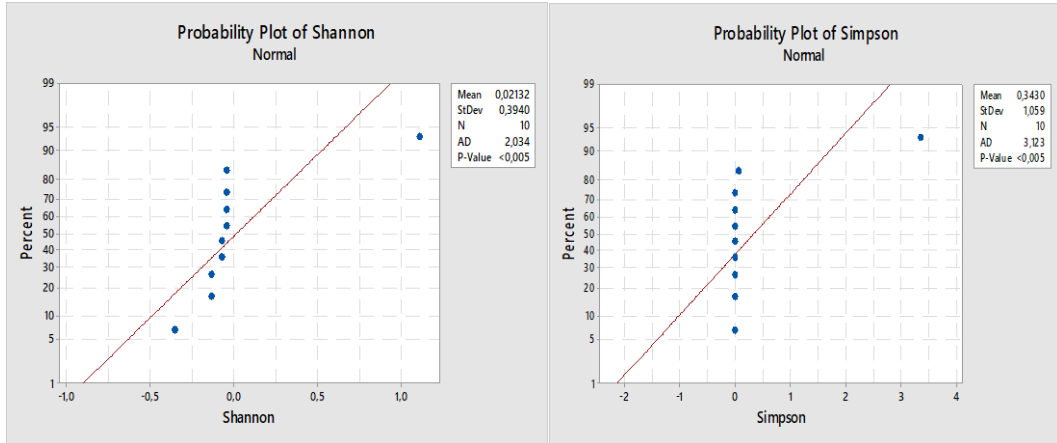
Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8
Shannon	0,355	0,190	-0,393	0,209	-0,171	-0,086	-0,584	-0,495
Simpson	-0,261	-0,169	0,578	0,286	0,333	0,295	-0,261	-0,466
pH	-0,144	0,630	0,202	0,185	-0,561	0,228	0,271	-0,163
Materia orgánica	0,050	0,589	0,390	-0,085	0,307	-0,455	-0,318	0,286
Temp	-0,417	0,077	-0,228	-0,164	-0,074	0,449	-0,569	0,405
Granulometría Tamiz 4	0,425	0,160	-0,086	-0,287	0,367	0,188	0,096	-0,143
Granulometría Tamiz 40	0,258	-0,376	0,454	-0,267	-0,557	-0,208	-0,287	0,064
Granulometría Tamiz 10	0,435	-0,081	0,077	0,714	0,020	0,198	-0,028	0,489
Granulometría Tamiz 200	-0,415	-0,111	-0,219	0,378	0,001	-0,572	-0,007	-0,042

Variable	PC9
Shannon	-0,129
Simpson	0,070
pH	0,203
Materia orgánica	-0,087
Temp	0,216
Granulometría Tamiz 4	0,710
Granulometría Tamiz 40	0,272
Granulometría Tamiz 10	0,095
Granulometría Tamiz 200	0,544





# ESTACION 1



## Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
Simpson	10	0,343	A
Shannon	10	0,021	A

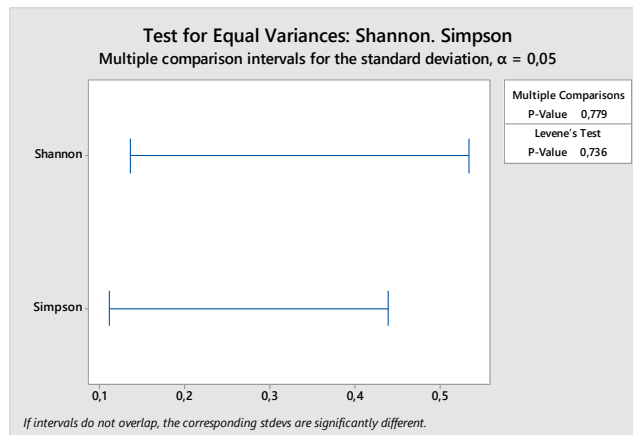
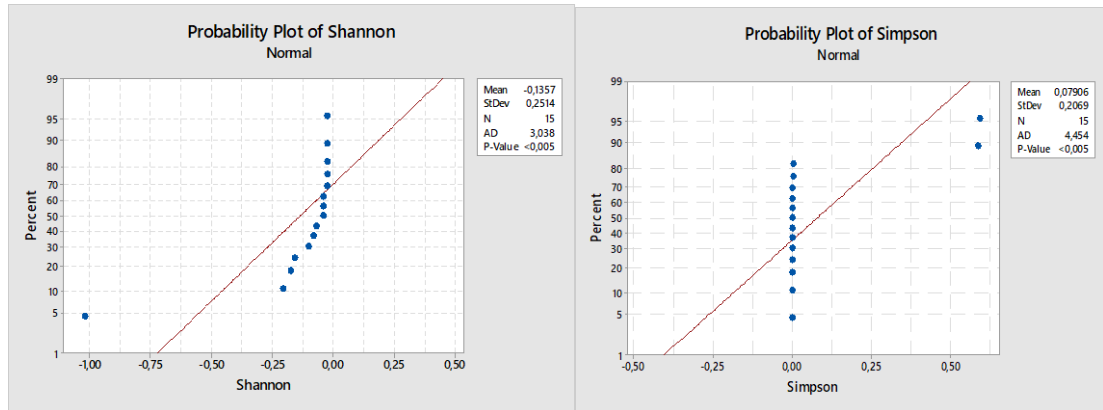
Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Simultaneous Tests for Differences of Means

Difference of Levels	Difference of Means	SE of Difference	95% CI	T-Value	Adjusted P-Value
Simpson - Shannon	0,322	0,357	(-0,429, 1,072)	0,90	0,380

Individual confidence level = 95,00%

## ESTACION 2



### Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
Simpson	15	0,0791	A
Shannon	15	-0,1357	B

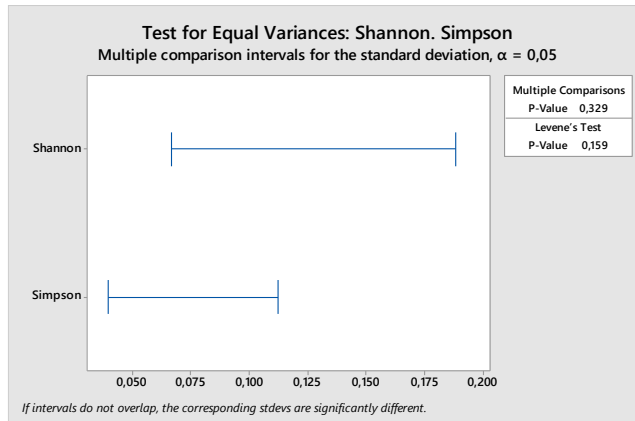
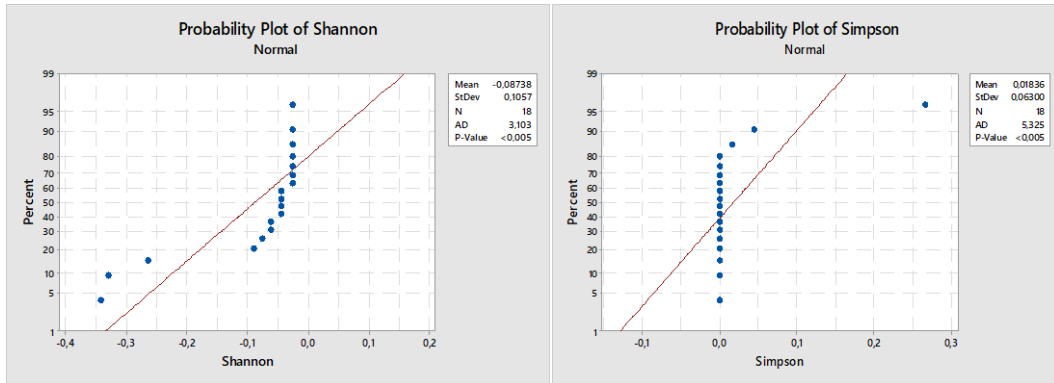
Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Simultaneous Tests for Differences of Means

Difference of Levels	Difference of Means	SE of Difference	95% CI	T-Value	Adjusted P-Value
Simpson - Shannon	0,2147	0,0841	(0,0425, 0,3869)	2,55	0,016

Individual confidence level = 95,00%

### ESTACION 3



#### Kruskal-Wallis Test on Simpson

Genero	N	Median	Ave Rank	Z
Amphimonhystrella	1	0,00008985	9,5	0,00
Anoplostoma	1	0,00008985	9,5	0,00
Bathyeurystomina	1	0,00002246	4,0	-1,06
Belbolla	1	0,00035938	14,0	0,87
Daptonema	1	0,26686283	18,0	1,64
diplolaimella	1	0,00020215	12,5	0,58
Disconema	1	0,04548415	17,0	1,45
Echinotheristus	1	0,00002246	4,0	-1,06
Gammarinema	1	0,01637430	16,0	1,25
megadesmolaimus	1	0,00002246	4,0	-1,06
Metachromadora	1	0,00002246	4,0	-1,06
Metalinhomoeus	1	0,00020215	12,5	0,58
Monhystera	1	0,00008985	9,5	0,00
Omicronema	1	0,00056153	15,0	1,06
Promonhystera	1	0,00002246	4,0	-1,06
Retrotheristus	1	0,00008985	9,5	0,00
Thoracostoma	1	0,00002246	4,0	-1,06
Viscosia	1	0,00002246	4,0	-1,06
Overall	18		9,5	

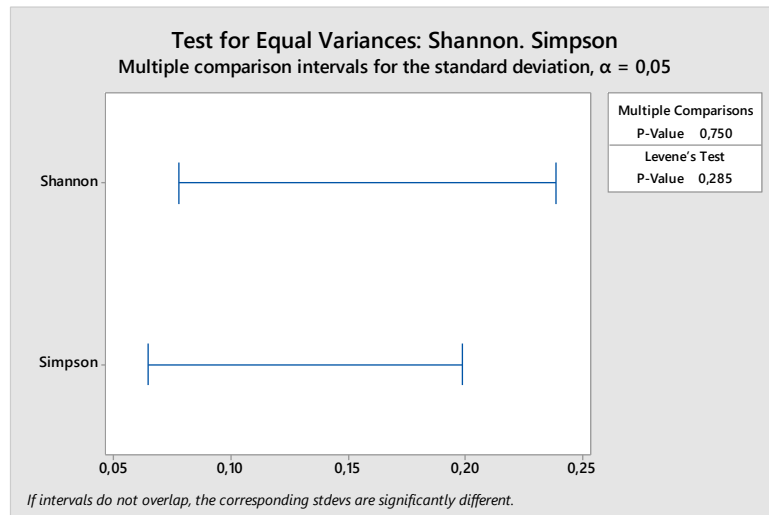
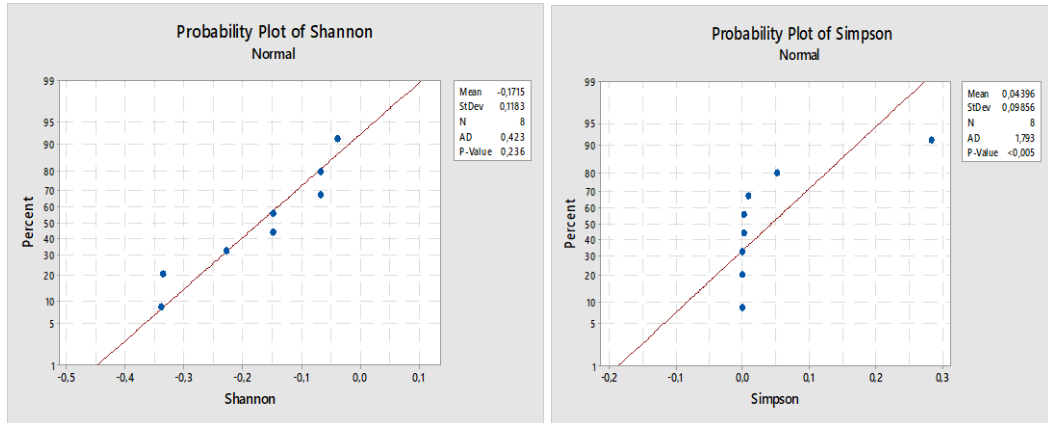
H = 15,82 DF = 17 P = 0,536  
H = 17,00 DF = 17 P = 0,454 (adjusted for ties)

#### Kruskal-Wallis Test on Shannon

Genero	N	Median	Ave Rank	Z
Amphimonhystrella	1	-0,04416	9,5	0,00
Anoplostoma	1	-0,04416	9,5	0,00
Bathyeurystomina	1	-0,02536	15,0	1,06
Belbolla	1	-0,07518	5,0	-0,87
Daptonema	1	-0,34121	1,0	-1,64
diplolaimella	1	-0,06047	6,5	-0,58
Disconema	1	-0,32954	2,0	-1,45
Echinotheristus	1	-0,02536	15,0	1,06
Gammarinema	1	-0,26309	3,0	-1,25
megadesmolaimus	1	-0,02536	15,0	1,06
Metachromadora	1	-0,02536	15,0	1,06
Metalinhomoeus	1	-0,06047	6,5	-0,58
Monhystera	1	-0,04416	9,5	0,00
Omicronema	1	-0,08868	4,0	-1,06
Promonhystera	1	-0,02536	15,0	1,06
Retrotheristus	1	-0,04416	9,5	0,00
Thoracostoma	1	-0,02536	15,0	1,06
Viscosia	1	-0,02536	15,0	1,06
Overall	18		9,5	

H = 15,82 DF = 17 P = 0,536  
H = 17,00 DF = 17 P = 0,454 (adjusted for ties)

## ESTACION 4



### Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
Simpson	8	0,0440	A
Shannon	8	-0,1715	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Simultaneous Tests for Differences of Means

Difference of Levels	Difference of Means	SE of Difference	95% CI	T-Value	Adjusted P-Value
Simpson - Shannon	0,2154	0,0544	(0,0987, 0,3322)	3,96	0,001

Individual confidence level = 95,00%

## ANEXO 2

Imágenes relativas al proceso de muestreo y trabajo de laboratorio



Anexo 2. 1 Colecta y almacenamiento de muestras de sedimento en playa Ayampe (a); Panorámica del Río Ayampe (b)



Anexo 2. 2 Procesamiento de muestras mediante decantación primaria (a) y secundaria con sacarosa (b)



Anexo 2. 3 Aislamiento de nemátodos mediante el uso de estereomicroscopio (a), soluciones DG I, II, II (b)



Anexo 2. 4 Análisis de granulometría, colocación de muestras de sedimento en horno (a), juego de tamiz #4, 10, 40 y 200 (b)



Anexo 2. 5 Análisis de materia orgánica, muestras de sedimentos colocadas en Mufla



Anexo 2. 6 Análisis de pH (a), identificación de nemátodos mediante microscopio (b)

## ANEXO 3

### PROBLEMÁTICA

En la actualidad el estudio de nemátodos bentónicos de vida libre representa una gran importancia para la evaluación del estado y equilibrio trófico de los ecosistemas marinos convirtiéndose en material biológico apto para el estudio de ambientes acuícolas eutrofizados, actuando como un bioindicador de la calidad del agua. Dentro del ámbito internacional, el análisis de estos organismos no está siendo efectuado por un número considerable de profesionales, lo cual impide obtener una riqueza de conocimientos en todas las regiones del mundo. En esencia, los países más desarrollados generan mayor avance científico sobre los nemátodos y ese entendimiento se mantiene dentro de esa región geográfica.

Por tal motivo, las investigaciones más frecuentes se dan en el norte del océano atlántico ,principalmente en el Báltico y Mar del norte (Kandratavicius, 2020). No obstante, en América Latina, se han desarrollado investigaciones importantes en el vecino país de Uruguay sobre la densidad y composición poblacional de Nemátoda que corroboran una dominancia de este filo sobre la meiofauna y una perturbación de la misma debido a la constitución del hábitat y por factores climáticos(Kandratavicius et al., 2015). Por otro lado, en Argentina, de acuerdo con Lo Russo (2021) los componentes atmosféricos de la región, no son



causantes de las diferencias en la diversidad de nemátodos, dicha perturbación responde a la diversificación ambiental local.

En nuestra nación, se han desarrollado diversos estudios sobre la diversidad y abundancia de los nemátodos bentónicos. La primera investigación realizada en Ecuador por Cruz (1998) estableció 16 grupos de organismos que conforman el meiobentos del golfo de Guayaquil. Años más tarde, el mismo autor logro determinar en un nuevo estudio 19 clases de las cuales 10 corresponden al phylum nemátoda, de esta forma se estableció que en el meiobentos la dominancia la ejercen los nemátodos (Cruz, 2002).

Yañez Suárez (2015) en su trabajo realizado en la comuna de Manglaralto, expresa que, se manifestaron diferencias representativas en la dominancia del phylum nemátoda a causa de las estaciones seca y lluviosa. Dentro de la provincia de Manabí, se tiene constancia de estudios enfocados en la resiliencia frente a fenómenos naturales donde “El Niño 2015-16 afectó las comunidades meiobentónicas de las tres playas hasta marzo 2016, junto con los efectos climáticos de la estacionalidad ambiental y el terremoto de abril 2016”(León Mateo, 2022).

Ante lo anteriormente expuesto, se formula la necesidad de establecer una investigación enfocada con la dinámica poblacional de los nemátodos presentes en la playa de Ayampe ubicada en la provincia de Manabí, con la finalidad de obtener datos significativos que permitan identificar si existe una correlación entre los componentes ambientales del hábitat y la diversidad y abundancia de estos organismos.